



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

Aprendizaje activo en la enseñanza del concepto pH a través del estudio del suelo

Active learning in the teaching of the pH concept through the study of soil

Sergio Leonardo Rojas

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales

Manizales, Colombia

2018

Aprendizaje activo en la enseñanza del concepto pH a través del estudio del suelo

Sergio Leonardo Rojas

Tesis o trabajo de investigación presentada(o) como requisito parcial para optar al título
de:

Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales

Director (a):

PhD. Gloria Inés Giraldo Gómez

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales

Manizales, Colombia

2018

Dedicatoria

*A Dios, por todas sus bendiciones,
su infinita bondad y amor*

*A mi madre, fuente de inspiración, motivación
y apoyo incondicional*

Agradecimientos

A la PhD. Gloria Inés Giraldo Gómez quien ha hecho posible la realización del presente trabajo por su dedicación, calidad profesional y humana.

A la Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales por su contribución académica, y en especial a los docentes Rodrigo Peláez Alarcón y Jorge Eduardo Giraldo Arbeláez por sus aportes significativos en mi formación profesional y personal.

A la Institución Educativa Alto Horizonte y estudiantes de los grados octavo y noveno por su colaboración en la realización del presente trabajo.

A Carlos Enrique Sánchez y Christian Leonardo Silva por su apoyo incondicional y amistad durante esta travesía.

Resumen

Esta investigación se realizó con el fin de orientar y facilitar el proceso de enseñanza y aprendizaje en los estudiantes de 8º y 9º de la Institución Educativa Alto Horizonte, en el área de química con el concepto pH y su estudio a través de las propiedades de los suelos. Se aplicó una metodología basada en el aprendizaje activo que partió de la exploración de saberes previos promovidos en los estudiantes, a partir de su experiencia cotidiana, hasta llegar a la transformación de los mismos, con el uso de un lenguaje disciplinar. La propuesta didáctica integró actividades adaptadas al contexto sociocultural y ambiental en que interactúan los participantes. De esta manera se logró complementar lo conceptual y procedimental con lo actitudinal.

Para la recolección de datos cualitativos y cuantitativos, se diseñaron y aplicaron tres instrumentos. Además, se evaluó el efecto de las actividades a partir de la apropiación de los nuevos saberes adquiridos y se verificó el grado de aceptación y pertinencia en la enseñanza de la química, posterior a la aplicación de la secuencia didáctica.

Palabras Claves: Aprendizaje activo, actitud, motivación, pH, experimentación, contexto.

Abstract

The main objectives of this Project were to orient and ease the learning of the students of 8° and 9° grade, of Alto Horizonte School, in chemistry class. All of these related with the pH concept and its study through the ground properties. The methodology applied in this project is based on an active learning. This begins with the previous knowledge of the students, based on their experiences. At the end, they will be able to turn this experiences into a technical language, related to the chemistry concepts mentioned before.

The didactic proposal took into account the social context of the students. In this way, it was possible to complement the conceptual and procedural gaps, with some personal backgrounds.

Some instruments were designed in order to collect quantitative and qualitative data. Besides, the response of the new activities was evaluated, showing new knowledge from the students. The acceptance and accuracy of the knowledge were also verified. All of these was checked after the didactic sequence application, in chemistry class.

Keywords: Active learning, attitude, motivation, pH, experimentation, context

Contenido

	Pág.
Resumen	IX
Lista de figuras.....	XV
Lista de gráficas	XV
Lista de tablas	XVII
Introducción	1
1. Planteamiento de la propuesta.....	3
1.1 Planteamiento del problema	3
1.2 Justificación	5
1.3 Objetivos.....	7
1.3.1 General	7
1.3.2 Específicos.....	7
1.4 Marco Referencial.....	8
2. Marco teórico.....	13
2.1 Aspectos históricos – epistemológicos de los conceptos ácido-base	13
2.2 Componente histórico – epistemológico del concepto suelo	17
2.2.1 Visión agroecológica	17
2.2.2 Visión Química	18
2.2.3 Visión Geológica	19
2.2.4 Visión interdisciplinar.....	19
2.2.5 Visión ecológica	19
2.3 Aspectos conceptuales ácido-base.....	20
2.3.1 Teoría ácido-base Brönsted – Lowry.....	21
2.3.2 Teoría electrónica	21
2.3.3 La autoionización del agua.....	22
2.3.4 Concepto de pH y su medición.....	23
2.3.5 Indicadores ácido-base	25
2.4 Aspectos pedagógicos y didácticos en la enseñanza del concepto ácido y base	27
2.4.1 Constructivismo.....	27
2.4.2 Aprendizaje significativo.....	28
2.4.3 Ideas previas.....	31

2.4.4	Aprendizaje activo	34
2.4.5	Obstáculos epistemológicos	38
2.4.6	Cambio conceptual.....	39
2.4.7	Metacognición.....	42
2.4.8	Concepciones alternativas de los estudiantes en el estudio del suelo	45
2.4.9	El contexto en la enseñanza de las ciencias.....	46
3.	Metodología.....	49
3.1	Enfoque de investigación	49
3.2	Población y muestra de estudio.....	49
3.3	Diseño Metodológico	50
3.4	Desarrollo de la propuesta de investigación	51
3.4.1	Fase I: planteamiento del problema	51
3.4.2	Evaluación de pre - saberes	51
3.4.3	Los instrumentos utilizados.....	52
3.4.4	Fase III: Diseño y aplicación	57
3.4.5	Descripción de las actividades desarrolladas durante la fase I	59
3.4.6	Descripción de las actividades desarrolladas durante la fase II	60
3.4.7	Descripción de las actividades desarrolladas durante la fase III	62
3.4.8	Fase IV: análisis e interpretación de resultados	63
4.	Análisis y discusión de resultados.....	67
4.1	Resultados del cuestionario de preguntas abiertas (pre – test)	67
4.1.1	Pregunta 1	68
4.1.2	Pregunta 2	69
4.1.3	Pregunta 3	70
4.2	Obstáculos epistemológicos identificados en el instrumento de preguntas abiertas.....	71
4.2.1	La experiencia básica	71
4.2.2	Obstáculo verbal.....	72
4.2.3	El conocimiento unitario y pragmático.....	72
4.3	Análisis cuantitativo descriptivo pre – test de preguntas cerradas	74
4.4	Análisis cuantitativo pre - test	83
4.4.1	Preguntas 1 y 3: concepto de acidez y basicidad.....	84
4.4.2	Preguntas 2 y 4: escala de pH	85
4.4.3	Preguntas 5 y 6: indicadores de pH	85
4.4.4	Preguntas 7 y 8: importancia de los ácidos y bases en el cuerpo humano	86
4.4.5	Preguntas 9, 10, 11, 12 y 13: relación de los conceptos ácido-base con el suelo y sus componentes.....	86
4.5	Análisis de los estudiantes a partir de la aplicación del pre-test	87
4.6	Análisis del instrumento de actitudes (Escala Likert)	89
4.6.1	Puntajes asignados para actitudes favorables o positivas (1, 2, 3, 7, 8, 9, 10):	89
4.6.2	Puntajes asignados para actitudes desfavorables o negativas (4, 5 y 6):.....	90
4.6.3	Análisis para actitudes favorables o positivas (1, 2, 3, 7, 8, 9, 10)	91
4.6.4	Análisis para actitudes desfavorables o negativas (preguntas 4, 5, y 6).....	93
4.6.5	Actitudes identificadas en los estudiantes.....	93
4.7	Análisis comparativo post – test cuestionario preguntas abiertas	95
4.7.1	Pregunta 1, estudiante 1 (1.1).....	96

4.7.2	Pregunta 1, estudiante 7 (1.7)	96
4.7.3	Pregunta 2, estudiante 11 (2.11)	98
4.7.4	Pregunta 2, estudiante 3 (2.3)	98
4.7.5	Pregunta 3, estudiante 8 (3.8)	99
4.7.6	Pregunta 3, estudiante 13 (3.13)	99
4.8	Resultados del cuestionario de preguntas cerradas (Post – test).....	102
4.8.1	Preguntas 4 y 5: teorías ácido-base	103
4.8.2	Preguntas 6 y 7: pH e indicadores ácido-base	104
4.8.3	Preguntas 8, 15 y 16: escala de pH.....	105
4.8.4	Pregunta 14: relación de los conceptos ácido-base con el suelo y sus componentes.....	107
4.9	Análisis cuantitativo post – test	107
4.10	Análisis de las nuevas preguntas a partir de la aplicación del post – test	108
4.10.1	Preguntas 4 y 5: Teorías ácido-base.....	109
4.10.2	Preguntas 6 y 7: pH e indicadores ácido-base	110
4.10.3	Preguntas 8, 15 y 16: escala de pH.....	111
4.10.4	Pregunta 14: relación de los conceptos ácido-base con el suelo y sus componentes.....	112
4.11	Análisis comparativo de las preguntas del pre – test incluidas en el post – test por ejes temáticos	113
4.11.1	Preguntas 1, 2 y 3: concepto de acidez y basicidad	114
4.11.2	Preguntas 9, 10, 11, 12 y 13: relación de los conceptos ácido-base con el suelo y sus componentes	114
4.11.3	Análisis por ejes temáticos pre-test y post-test.....	115
4.12	Análisis de los estudiantes a partir de la aplicación del post-test	116
4.13	Análisis comparativo pre – test y post – test por estudiante	117
4.14	Análisis del instrumento de actitudes (Escala Likert)	120
4.14.1	Puntajes asignados para actitudes favorables o positivas (1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9 y 10)	120
4.14.2	Puntajes asignados para actitudes desfavorables o negativas (pregunta 4)	121
4.14.3	Actitudes identificadas en los estudiantes frente a la propuesta didáctica.....	122
5.	Conclusiones y recomendaciones.....	125
5.1	Conclusiones	125
5.2	Recomendaciones	128
6.	Referencias bibliográficas	131
A.	Anexo: Instrumentos Pre – Test.....	147
B.	Anexo: Instrumentos Post – Test.....	153
C.	Anexo: Guías didácticas	159

Lista de figuras

	Pág.
<u>Figura 1. Relación entre estilos de enseñanza.....</u>	<u>30</u>
<u>Figura 2. Cono del aprendizaje de Edgar Dale.....</u>	<u>37</u>
<u>Figura 3. Dominios metacognitivos según Flavell.....</u>	<u>43</u>
<u>Figura 4. Fases de trabajo de la investigación.....</u>	<u>51</u>

Lista de gráficas

<u>Gráfica 1. Resultados obtenidos post – test nuevas preguntas.....</u>	<u>109</u>
<u>Gráfica 2. Análisis comparativo pre-test y post-test por estudiante.....</u>	<u>113</u>
<u>Gráfica 3. Análisis comparativo pre-test y post-test por estudiantes.....</u>	<u>115</u>
<u>Gráfica 4. Análisis comparativo pre – test y post – test por pregunta.....</u>	<u>118</u>

Lista de tablas

	Pág.
<u>Tabla 1. Tabla de diferencias entre aprendizaje significativo y aprendizaje memorístico.....</u>	29
<u>Tabla 2. Aprendizaje tradicional versus entornos de aprendizaje activo.....</u>	35
<u>Tabla 3. Caracterización de las preguntas del cuestionario de las ideas previas con preguntas abiertas (pre-test).....</u>	52
<u>Tabla 4. Caracterización de los ítems del cuestionario de las ideas previas con preguntas cerradas (post- test).....</u>	54
<u>Tabla 5. Caracterización de los Items del cuestionario tipo Likert (pre-test).....</u>	55
<u>Tabla 6. Diseño guía de aprendizaje fase I.....</u>	58
<u>Tabla 7. Diseño guía de aprendizaje Fase II.....</u>	60
<u>Tabla 8. Diseño guía de aprendizaje Fase III.....</u>	61
<u>Tabla 9. Caracterización de los ítems del cuestionario post-test.....</u>	65
<u>Tabla 10. Caracterización de los Items del cuestionario post-test.....</u>	66
<u>Tabla 11. Resultados preguntas abiertas (pre-test).....</u>	67
<u>Tabla 12. Resultados obtenidos pre-test.....</u>	74
<u>Tabla 13. Resultados pre test por pregunta y por estudiante.....</u>	84
<u>Tabla 14. Rango de aciertos y frecuencias pre test.....</u>	88
<u>Tabla 15. Resultados obtenidos a partir de la aplicación del instrumento de actividades.....</u>	90

<u>Tabla 16. Resultados preguntas abiertas.....</u>	<u>95</u>
<u>Tabla 17. Resultados obtenidos post-test preguntas de selección múltiple.....</u>	<u>103</u>
<u>Tabla 18. Resultados post-test por pregunta (preguntas de selección múltiple con única respuesta.....</u>	<u>108</u>
<u>Tabla 19. Rangos de aciertos y frecuencias post-test.....</u>	<u>116</u>
<u>Tabla 20. Resultados obtenidos a partir de la aplicación del instrumento de actitudes.....</u>	<u>121</u>

Introducción

Diversas investigaciones en didáctica de las ciencias han identificado dificultades en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Por ejemplo en la enseñanza de la química, en especial por su nivel de abstracción conceptual, el arraigo de las concepciones previas y la forma en que se enseña; porque su aprendizaje es mucho más difícil para el estudiante, quien concibe el aprendizaje científico como un proceso memorístico en donde se articulan ecuaciones y definiciones, en donde el proceso de enseñanza y aprendizaje se reduce a una simple transmisión y recepción de conocimientos elaborados (Campanario & Moya, 1999, p. 179-180).

En el aula la enseñanza de las ciencias no obedece solo a la reproducción de planes curriculares y contenidos, si no que atiende y responde a las necesidades del contexto social, cultural y económico de los educandos; brinda la posibilidad de acceder a una alfabetización científica entorno al aprendizaje de las ciencias naturales desde su realidad y así deshacer esquemas tradicionales involucrados en ese proceso.

La importancia que adquiere el entorno social como factor determinante en los procesos de enseñanza y aprendizaje permitió construir y desarrollar el objetivo del presente trabajo, todavía más cuando desde el ambiente el estudiante inicia la construcción de su

proyecto de vida como ser integral (Gabel, 1999, p. 551-552; Quintanilla, 2006, p. 179-181).

Es comprensible que exista la necesidad de transformar, desde las corrientes pedagógicas y didácticas, las estrategias de enseñanza; implementar nuevos estilos que propicien reformas didácticas significativas con la intención de reorientar los procesos en el aula de clase; reinterpretar los escenarios académicos con la idea de que el currículo y la enseñanza deben centrarse en los intereses, las necesidades y experiencias de los estudiantes. De esta manera el educador afronta la enseñanza desde la diversidad de los contextos y comprende que cada educando es un universo, también que cuenta con una variedad de herramientas didácticas para afianzar los procesos.

Por consiguiente, el educando a partir de los nuevos aprendizajes adquiere las herramientas suficientes para modificar su entorno acorde a sus expectativas (Díaz, 2006, p. 98-104). Por esta razón, se diseñó una estrategia didáctica para la enseñanza del concepto pH a través del uso del suelo, se elaboraron actividades de tipo experimental, se utilizaron materiales de uso cotidiano y de fácil acceso que facilitaron la comprensión de los conceptos. El propósito se logró gracias a que las actividades se centraron en el aprendizaje activo que, como mediador pedagógico, propició la construcción de conceptos de forma significativa desde su propia realidad, vinculó las necesidades sociales de la comunidad, y facilitó el trabajo en equipo y la participación activa como valores agregados.

1.Planteamiento de la propuesta

1.1 Planteamiento del problema

En el contexto educativo existe un aislamiento entre los contenidos curriculares pactados en el área de ciencias naturales y su contextualización con la realidad de los educandos. Los docentes hacen juicios valorativos generalizados, y se precipitan en el afán de impartir y cumplir con planes curriculares para luego evaluar a sus estudiantes a través de pruebas estandarizadas de manera cuantitativa, o manifestar expresiones como las referidas por Molina, Carriazo, & Farías (2011), al decir que “no quieren aprender”, “nada les interesa”, “no saben nada” o “sólo estudian para la prueba”, Apartan a los educandos de la posibilidad de construir nuevos saberes como respuesta a necesidades y expectativas propias de su contexto social y cultural; o generan una bifurcación entre el aula de clase y su realidad al orientar contenidos con poco significado o sin mucho sentido para ellos, asignándoles con antelación una actitud pasiva en el proceso de enseñanza y aprendizaje (p. 1672).

Así, las concepciones de los alumnos según Pozo (1996) suelen ser implícitas en el sentido en que ni siquiera están presentes en su memoria, listas para ser activadas, sino que son verdaderas construcciones situacionales (p. 118 – 120).

Por todo lo anterior, y en concordancia con las nuevas tendencias pedagógicas que posibilitan la transformación de los ambientes de aprendizaje en el área de ciencias naturales, se analizaron las expectativas e intereses de los estudiantes de grado octavo y noveno, de la Institución Educativa Alto Horizonte. A partir de lo cual surgió la necesidad de diseñar e implementar nuevas metodologías, con actividades tangibles, de interés y al alcance de los educandos, con un lenguaje que les permitió acceder al conocimiento y responder a las necesidades de su entorno. El desarrollo de cada herramienta favoreció la mediación entre el saber empírico, producto de la actividad agrícola cotidiana y, el saber disciplinar, propio de las ciencias naturales; además optimizó el desempeño académico de los estudiantes y garantizó aprendizajes significativos, duraderos.

Al mismo tiempo, se logró identificar que la escasa relación de los contenidos con el contexto socio cultural en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales, más las necesidades reales y la experiencia agrícola del campo, han restringido el acceso al conocimiento científico del estudiante; y lo han dotado de un lenguaje no asertivo en la explicación de fenómenos asociados a los conceptos de acidez y pH a través de las propiedades del suelo. O sea que la ausencia de ambientes pedagógicos dinámicos ha impedido el diálogo entre el saber popular y el saber disciplinar, como estrategia para favorecer el cambio conceptual en los educandos y generar un pensamiento científico. El cual se lograría a través de la potenciación de sus habilidades científicas, el desarrollo de actividades prácticas que les permitan interactuar con su entorno y vincular de forma simultánea los saberes adquiridos a partir de la transformación de ideas previas con nuevos saberes, más elaborados. Por lo cual surge la siguiente pregunta de investigación:

¿Es útil el aprendizaje activo como mediación pedagógica aplicable y reproducible desde el contexto socio cultural en el proceso de enseñanza y aprendizaje del concepto pH?

1.2 Justificación

La enseñanza de las ciencias naturales en el ámbito escolar debe afrontarse desde la interdisciplinariedad y establecerse como una conexión entre las ideas previas de los estudiantes con los contenidos a desarrollar. De acuerdo con Talanquer (2004, p.62 -63) la química es una disciplina en la que el estudiante se enfrenta con conceptos y modelos abstractos, lenguaje y formas de representación simbólica especiales; esa forma de pensar se manifiesta en estrategias de razonamiento particulares. Por ejemplo, el estudiante en química tiene la tendencia a trasladar las propiedades del mundo macroscópico a los modelos microscópicos, y a dar realidad concreta a estos modelos. El alumno posee una visión estática del mundo microscópico y considera que todo proceso tiene una causa cuyo efecto es directamente proporcional a ella.

Desde esta perspectiva, se busca dar mayor sentido y significado al proceso de enseñanza y aprendizaje, responder a las necesidades, los intereses y las expectativas surgidas del propio contexto sociocultural; así como facilitar la interpretación de teorías, conceptos, leyes de la química y su explicación a partir de fenómenos observables en su entorno, o hacer visible lo microscópico a nivel macroscópico. De lo contrario es muy difícil generar aprendizajes significativos y duraderos en el tiempo.

En ese panorama, surge la necesidad y el compromiso del docente de generar nuevas estrategias didácticas para fomentar el interés por el aprendizaje en las ciencias naturales, a través de la investigación en el aula encaminada a identificar aquellos conceptos de la química que pueden ser más significativos para ellos, o tengan una relación directa con las actividades transversales realizadas y su formación académica. Además, de articular los planes curriculares del área de ciencias naturales y fomentar el desarrollo de habilidades científicas para la explicación de fenómenos y resolución de problemas propios de su realidad social. De esta forma reflexionar sobre cómo se utilizan en lo cotidiano los fenómenos químicos y cómo se podrían aprovechar al máximo, permite la interpretación de los estudiantes en el reconocimiento de todo fenómeno que se presente (De Manuel & Jiménez Liso, 2009, p. 257-259).

En este orden de ideas, y en el desarrollo del objetivo principal de esta investigación, se diseñó una secuencia didáctica en la cual se priorizó la optimización del uso de los recursos naturales del entorno, gracias a la adecuada ubicación geográfica, propicia para ejecutar la propuesta investigativa. Porque al componerse de múltiples experiencias factibles y accesibles que facilitaron el proceso de enseñanza y aprendizaje del concepto pH de manera significativa y perdurable en el tiempo, permitió la comprensión de las bases conceptuales para que el estudiante pudiera relacionar fenómenos químicos, físicos y biológicos asociados a la temática.

En consecuencia, la propuesta didáctica le permitirá al estudiante la construcción de nuevos saberes, la interpretación y explicación de distintos fenómenos donde se

relacionen los conceptos inmersos en la temática con su actividad agrícola; para reproducirlos con el tiempo y generar un impacto a nivel socio cultural en su contexto, y subsanar así la separación tradicional entre los contenidos y su realidad.

1.3 Objetivos

1.3.1 General

Diseñar y aplicar una secuencia didáctica para la enseñanza y aprendizaje del concepto pH en la cual se integren aspectos de las propiedades del suelo, una revisión histórica-epistemológica del concepto pH e ideas previas de los estudiantes, adaptada al contexto de estudiantes de educación básica secundaria.

1.3.2 Específicos

- Diagnosticar los saberes previos de los estudiantes en los conceptos de acidez y pH.
- Diseñar y aplicar una secuencia didáctica basada en el aprendizaje activo que permita la apropiación de los conceptos de acidez y pH, a través de las propiedades del suelo.
- Evaluar el efecto de la estrategia implementada a partir de los nuevos saberes adquiridos, su capacidad de generar metacognición para la asimilación de conceptos de mayor elaboración y su reproducción en el contexto socio – cultural de los estudiantes.

1.4 Marco Referencial

Con el paso del tiempo se han integrado aspectos históricos, epistemológicos y didácticos en la enseñanza de las ciencias y en particular en el campo de la química, con la intención de mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje en el aula; o adoptar una variedad de estrategias didácticas y pedagógicas acordes al contexto social, que permitan al estudiante un diálogo entre el discurso cotidiano y el científico (Furió Más, Furió Gómez, & Solbes, 2012, p. 39-41; Adúriz Bravo & Izquierdo, 2002, p. 135-136).

Para complementar los elementos de discusión en esta temática se presenta a continuación una revisión bibliográfica de diversas investigaciones en la enseñanza de los conceptos acidez y pH.

En la estrategia didáctica basada en el modelo de aprendizaje por investigación, realizada por Salcedo & García (1997), se articuló la enseñanza de la teoría ácido – base de Lewis a través del estudio del suelo, con la intención de promover un aprendizaje significativo en los estudiantes. Según los resultados ellos lograron, además de las concepciones previas construidas a partir de los modelos de Arrhenius y Brönsted – Lowry, entender la explicación del fenómeno al utilizar la teoría de Lewis (p. 60 – 63).

Por otra parte, Cetin, Kaya, & Geban (2005), realizaron una propuesta de enseñanza orientada hacia la comprensión de los conceptos ácido-base en estudiantes de grado décimo; la desarrollaron a partir de distintas actividades que propiciaron la identificación de errores conceptuales en los estudiantes sobre las nociones ácido-base. Los resultados obtenidos mostraron que el grupo experimental orientado hacia el cambio conceptual obtuvo mejores resultados en el aprendizaje significativo de los conceptos ácido-base, en comparación con el grupo control orientado bajo la enseñanza tradicional.

Mientras tanto, en México Alvarado, Garritz, Guerra, & Zenteno Mendoza (2008), desarrollaron una unidad didáctica como estrategia para la enseñanza y aprendizaje de los conceptos ácido y base a través de modelos y modelización desde una dimensión CTS (ciencia, tecnología y sociedad) para estudiantes de bachillerato universitario. Se trataba de potenciar en ellos una visión científica con relación a los conceptos ácido – base. En los resultados evidenciaron la dificultad que presentaron los estudiantes para interpretar el fenómeno de transferencia de iones hidrógeno explicado por Brönsted – Lowry. Identificaron como posibles obstáculos el arraigo de las ideas previas y la dificultad de comprender e interpretar fenómenos a nivel manoscópico (p. 285 – 286).

En otro sentido, y con el fin de conectar la química con la vida cotidiana del estudiante, Jiménez Liso & Márquez (2010), utilizaron en España la cocina como recurso para la enseñanza de los conceptos ácido-base. Para ello implementaron modelos explicativos y predictivos que le permitieron al estudiante reconocer cambios químicos: entre ellos el carácter ácido o básico de algunos productos cotidianos en lo que utilizaron sustancias como vinagre, bicarbonato y col lombarda como indicador ácido base; además

establecieron relación con las teorías ácido – base (Boyle, Lemery, Arrhenius, Brönsted – Lowry). Con esta secuencia lograron despertar la motivación en los estudiantes por el aprendizaje, el reconocimiento de productos de aseo y alimentos, a partir de su carácter ácido o básico, dando sentido a las explicaciones expresas por el docente en la clase de química (p. 38 – 44).

Así mismo, Alvarado Zamorano, Garritz, Guerra Santos, & Sosa (2011), utilizaron la acidificación de los océanos como contexto para la elaboración de una secuencia didáctica para la enseñanza de los conceptos ácido – bases. La aplicación de esta estrategia permitió que los estudiantes establecieran diferencias entre ácidos y bases a partir de sus propiedades, el reconocimiento del pH como medida de referencia del carácter ácido, básico y neutro de una sustancia, y definir el concepto de neutralización (p. 5 – 10).

El desarrollo de esa estrategia didáctica promovió en los estudiantes habilidades de comunicación oral e investigativas en la búsqueda de información pertinente para expresar sus argumentos, elaborar conclusiones, y una reflexión crítica entre el saber y su entorno.

En otro caso, en Tlaxcala, México, en el estado de Meléndez, y con el ánimo de modificar las concepciones previas en los estudiantes de la escuela secundaria técnica, Meléndez, Sánchez, Castro, & Soto, (2015), diseñaron y aplicaron una secuencia didáctica para la

enseñanza significativa de los conceptos de ácidos y bases. Con la aplicación, se logró la transformación en las ideas previas de los estudiantes, se favoreció el aprendizaje significativo del concepto de ácido y base, y se encontró relación entre los contenidos y la cotidianidad de los participantes al partir de actividades experimentales y propiciar actitudes positivas en los estudiantes hacia el aprendizaje.

De igual modo, Jiménez-Aponte, Molina, & Carriazo (2015), implementaron una secuencia didáctica desde las concepciones alternativas de los estudiantes en la construcción de aprendizajes significativos en la enseñanza de los conceptos ácido y base. Llevaron a cabo el modelo de enseñanza y aprendizaje CTS desde la cotidianidad del uso de ácidos y bases. En los resultados se destaca la facilidad de los estudiantes para identificar sustancias de carácter básico sobre aquellas sustancias de carácter ácido, a partir de su composición química y su nomenclatura, así como la relación de sustancias de carácter básico y sus aplicaciones a nivel industrial, con lo cual se integró lo conceptual con el entorno (p. 190 – 194).

Ante la necesidad de lograr aprendizajes significativos a largo plazo y de tomar como referencia el modelo constructivista, Torres, Castañeda, & Lugo (2015), hicieron una propuesta didáctica para la enseñanza de la unidad ácido-base en estudiantes de pregrado. La aplicación de las actividades generó en los estudiantes aprendizajes significativos y procesos metacognitivos en las teorías ácido – base, concepto de pH y aplicación de ácidos y bases en la vida cotidiana.

Ahora bien, al incorporar las nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la química, Alvarado Zamorano, Sará, & Martínez (2017), realizaron una secuencia didáctica con la finalidad de favorecer la comprensión de los conceptos ácido y base en estudiantes de básica secundaria, con la implementación de dispositivos, simuladores y prácticas de laboratorio. Al terminar la secuencia los estudiantes manifestaron el agrado por el uso de la tecnología y destacaron las ventajas que ofrece en el proceso de enseñanza y aprendizaje de los contenidos. Además, con la estrategia se favoreció el desarrollo de trabajo colaborativo, pensamiento crítico y otras habilidades en los estudiantes (p. 242 – 245).

Desde la perspectiva de la enseñanza de la física, Oliver Hoyo, Alconchel, & Pinto (2012), en España, adaptaron el aprendizaje activo como herramienta didáctica para la enseñanza de la hidrostática en estudiantes a nivel universitario, a partir de la resolución de problemas a nivel individual y grupal, la experimentación y la discusión entre pares. Fue importante implementar metodologías activas en el aprendizaje de la física, con actividades que incentivaron la experimentación y el trabajo en equipo de los estudiantes, porque ello favoreció la comprensión de los conceptos (p. 47 – 50).

2. Marco teórico

2.1 Aspectos históricos – epistemológicos de los conceptos ácido-base

Desde su génesis el homo sapiens ha sistematizado el conocimiento a través de la ciencia, fecundada a través de lenguajes propios existentes, diferentes y complejos para ser explicados acorde a su contexto histórico - cultural. Así, por ejemplo, se han construido diversos conceptos acerca de los ácidos y las bases, producto de un proceso evolutivo en el tiempo, desde la cultura mesopotámica, egipcia y helenística, hasta nuestros días.

Los alquimistas griegos utilizaron la palabra “ácido” sin ser aún un concepto formal o elaborado, de manera empírica. Éste fue asociado con las propiedades de la orina y útil en la tinción de telas, permitiendo obtener diversos colores y tonalidades. También, se empleó como agente corrosivo de metales en la metalurgia, alterando las propiedades físicas y químicas de estos. En 1663, y de manera cualitativa, Robert Boyle atribuyó propiedades de ácidos a un conjunto de sustancias que, ante la presencia de indicadores de origen natural, experimentaron un cambio de coloración. Posteriormente, en el año de 1777

Antoine Lavoisier defendió la idea de categorizar como ácido a toda aquella sustancia que contenía oxígeno en su estructura molecular. Su postulado fue refutado por Humphry Davy en el año 1811, quien, luego de una serie de experimentaciones, demostró que el ácido clorhídrico no contenía oxígeno en su estructura molecular.

En 1884, el químico y físico sueco Svante Arrhenius formuló el primer concepto teórico para explicar el comportamiento de ácidos y bases en disoluciones acuosas. Definió ácido como aquella sustancia capaz de ceder iones de hidrógeno (H^+), y una base como aquella sustancia capaz de ceder iones de hidroxilo (OH^-) cuando se disuelven en agua. Luego, en 1923 el químico danés Johan Brønsted y el químico inglés Martin Lowry, formulan una nueva teoría. Ésta se explica a partir del comportamiento a nivel molecular, producto de reacciones químicas entre ácidos y bases; y con ella se define como ácido aquella especie química capaz de ceder protones o iones de hidrógeno (H^+), y precisaron una base como aquella especie química capaz de aceptar dichos protones (Jiménez-Aponte et al. 2015, p. 189).

Según Caamaño (2013), se pueden establecer diferencias entre estas dos teorías, lo cual significa que la definición de ácido y de base de Brønsted - Lowry se sitúa en el nivel microscópico, mientras que las definiciones de la teoría de Arrhenius se sitúan en el macroscópico. Esta diferenciación entre las dos teorías

no se resalta lo suficiente en la enseñanza de estos conceptos y es motivo de confusiones (p. 27).

En el año 1923, el químico estadounidense Gilbert Lewis propone una definición más amplia y generalizada sobre ácidos y bases. Para Lewis, un ácido es aquella sustancia que tiene la capacidad de aceptar pares de electrones, y las bases como sustancias que tienen la capacidad de donar o ceder pares de electrones (Cacceta, Gallo, Regis, Vione, & Roletto, 2003, p. 83).

Hacia 1939, emerge una nueva teoría ácido – base propuesta inicialmente por Hermann Lux y mejorada por Häkon Flood, fundamentan el comportamiento ácido – base en términos de la transferencia de iones oxido (O_2^-), consideran los ácidos como sustancias capaces de aceptar estos iones, y como base aquellas sustancias donantes de iones óxido (Pereira, 2000, p. 130; Muños & Muñoz, 2009, p. 1097).

En el mismo año, Mikhail Usanovich plantea su teoría ácida – base en términos de transferencia de iones (aniones y cationes) y electrones. Bajo esta teoría, un ácido se define como aquella sustancia que reacciona con una base, cediendo cationes o que se combina aceptando aniones. Por tanto, una base es una sustancia que reacciona con un ácido, receptor de cationes o que participa como donante de aniones (Jiménez Liso, De Manuel, & Salinas, 2002, p. 91).

Finalmente, Ralph Pearson en su teoría de índole cualitativa, propuso categorizar los ácidos y bases de Lewis en duros y blandos. En su interacción dan lugar a reacciones químicas de acuerdo con sus cargas eléctricas y electrones de valencia, dando origen a estructuras de mayor complejidad explicando simultáneamente su estabilidad en términos termodinámicos (Pearson, 1998, p. 112-118).

Desde un enfoque fisicoquímico, a principios del siglo XIX en el año 1803, Claude Berthollet relacionó su teoría de las afinidades químicas y relación entre masas, de manera analógica, con la atracción gravitacional. En 1864, los noruegos Cato Maxilian Guldberg y Peter Waage formularon la ley de acción de masas, a partir de estudios entorno a las velocidades de reacción de un sistema en equilibrio, Allí se incluyeron las constantes de disociación ácida y básica, representando una medida cuantitativa de acidez y basicidad en términos de disociación en reacciones ácido - base.

Estos estudios después fueron perfeccionados por Wilhelm Ostwald, premio nobel de química en el año 1909, calculando la constante de disociación de numerosos ácidos y bases a partir de la aplicación de la ley acción de masas en disoluciones electrolíticas y su conductividad, estableciendo relación entre la constante de equilibrio y el grado de disociación del electrolito (Szabadváry, 1964, p. 105-107).

Desde un enfoque electroquímico, y con la intención de ampliar el concepto de electrolisis, Michael Faraday, en el año de 1834, planteó un modelo de disociación, que luego abrió la puerta para el conocimiento de la naturaleza de los iones. Con el paso del tiempo, los estudios de Faraday tuvieron un impacto significativo en el estudio del comportamiento de ácidos, bases y sales en disolución acuosa, que tuvieron una explicación definitiva en la teoría de disociación electrolítica planteada por Arrhenius (Galache & Camacho, 1992, p. 307-311).

2.2 Componente histórico – epistemológico del concepto suelo

Históricamente, la epistemología del concepto suelo ha estado ligado principalmente al campo de la agronomía, y, por otro lado; han surgido diversas concepciones producto de la evolución científica y técnica de los métodos de estudio en este campo (Rebollo, Prieto, & Brero, 2005, p. 2 - 3). Para ello, se puede plantear la evolución del concepto suelo en diferentes etapas descritas de acuerdo a sus principales componentes:

2.2.1 Visión agroecológica

Platón (427 – 348 a.C) es el primero quien describe al suelo, como un sustrato inerte sobre el cual se albergan los vegetales. Esta concepción primitiva del concepto suelo derivó producto del paralelismo existente con el concepto de

“matriz” en los mamíferos; un sustrato sobre el cual se depositaba una semilla generando un fruto. Culturalmente, esta concepción se ha ido perpetuando con el paso del tiempo, con la noción de “madre tierra” y con la feminización del termino “la tierra”.

Aristóteles (384 – 322 a.C) y Teofrasto (372 – 287 a.C) atribuyeron al suelo cuatro propiedades fundamentales: calor, sequedad, frío y humedad. Posteriormente, los romanos Catón (239 – 149 a.C), Virgilio (70 – 19 a.C) y Columella (Siglo I), realizaron estudios para clasificar los suelos y determinar sus distintas propiedades, por lo que históricamente han sido considerados los percusores en el campo de la edafología y gran influencia en el desarrollo de la geología. <

2.2.2 Visión Química

El desarrollo de los métodos analíticos permitió desligar el concepto suelo a las concepciones asociadas a los principios de la nutrición vegetal. Fue así como De Saussure estableció la relación entre la composición química del suelo y lo vegetal. Es así como a inicios del siglo XIX se logró determinar la presencia del fosfato de calcio y potasio como minerales constituyentes en los vegetales. A finales del mismo siglo, Von Liebig demuestra que las plantas no se nutren solamente de humus, sino también hacen parte de este proceso soluciones minerales. De este modo, se abrió paso al desarrollo de la industria de los

fertilizantes, que dio lugar a la creación del primer laboratorio agronómico en el año 1851.

2.2.3 Visión Geológica

A partir de los aportes de la química en el estudio de las propiedades y composición del suelo, los geólogos comenzaron a considerar la importancia del componente químico de la atmósfera y del agua en los procesos de las rocas; considerando que el suelo era producto de la desintegración de la roca madre, dando origen al concepto de meteorización a finales del siglo XIX.

2.2.4 Visión interdisciplinar

En esta etapa, el estudio del suelo se hace mucho más amplio al ser abordado desde diversas disciplinas; involucrando aspectos químicos, biológicos, geológicos y morfológicos del terreno, como también aspectos climáticos. Lo que contribuyó al surgimiento de la edafología, como ciencia que estudia los suelos en todos sus aspectos.

2.2.5 Visión ecológica

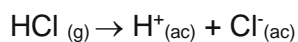
Hasta el momento, el suelo solo ha sido estudiado desde una perspectiva lineal y estática centrada en los procesos químicos, sin ser considerado un ecosistema; sin establecer relación directa con los seres vivos. Desde esta perspectiva y actualmente, el suelo es considerado como un sistema dinámico y

de gran complejidad, en donde se combinan elementos vivos con la materia inerte.

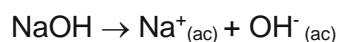
2.3 Aspectos conceptuales ácido-base

Una de las propiedades comunes de los ácidos y los álcalis (bases solubles en agua) es que presentan conductividad eléctrica en disolución. La explicación de este hecho empezó a suponer la existencia de iones en disolución. En el año 1884, el químico sueco Svante Arrhenius asoció en su teoría la propiedad de los ácidos a la presencia de iones H^+ en la solución, y las propiedades de las bases o álcalis, a la presencia de iones OH^- en las soluciones. De este modo, definió un ácido como una sustancia que en disolución acuosa se disocia dando iones hidrógeno, y una base, como una sustancia que en disolución acuosa produce iones hidróxido (Córdova, 1989, p. 33-34).

El cloruro de hidrógeno es uno de los ejemplos más representativos para explicar el comportamiento de un ácido bajo la teoría de Arrhenius. El cloruro de hidrógeno gaseoso es muy soluble en agua, debido a su reacción química con ella se producen iones H^+ y Cl^- en solución acuosa, como se puede ver representado en la siguiente ecuación química



El hidróxido de sodio es considerado una base de Arrhenius. Porque el NaOH es un compuesto iónico, que se disocia en iones Na^+ y OH^- cuando se disuelve en agua y, por consiguiente, libera iones OH^- a la disolución (Brown, LeMay, Bursten, & Burdge, 2004, p. 614).

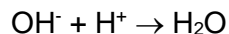


2.3.1 Teoría ácido-base Brönsted – Lowry

En 1923, el químico danés Johannes Brönsted y el químico inglés Martin Lowry formularon una nueva teoría sobre los ácidos y las bases, según la cual un ácido es una especie química capaz de ceder protones a otra, mientras que una base es una especie química capaz de aceptar protones de otra. Así, el ion H_3O^+ es un ácido de Brönsted - Lowry, porque puede ceder un protón, y el ion OH^- una base de Brönsted - Lowry porque puede aceptar un protón (Caamaño, 2013, p. 24-26).



Ácido de Brönsted – Lowry

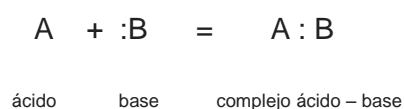


Base de Brönsted – Lowry

2.3.2 Teoría electrónica

Si se considera que las definiciones de Arrhenius y Brönsted – Lowry no proporcionaron un criterio absoluto aplicable a cualquier tipo de sustancia, y en

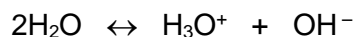
consecuencia con su teoría del par electrónico para explicar los enlaces químicas, Gilbert Newton Lewis, propone una teoría para explicar el comportamiento de ácidos y base en el año 1923. En ella consideró que un ácido es toda especie química capaz de recibir un par electrónico y como base aquella sustancia capaz de donar un par electrónico (Pereira, 2000, p. 130). De manera general, se expresa en la siguiente ecuación:



2.3.3 La autoionización del agua

El agua, es una sustancia de gran interés en el estudio de la química, teniendo en cuenta que todas las reacciones químicas ocurren en disolución acuosa. Por esta razón, es válido describir su comportamiento químico en las reacciones ácido – base, partiendo de la naturaleza anfiprótica del agua, pues algunas moléculas de agua tienen la capacidad de ceder protones y otras de aceptarlos.

En la autoionización del agua, por cada molécula de H_2O que actúa como ácido, otra actúa como base, y se forman los iones hidronio (H_3O^+) e hidróxido (OH^-). La reacción es reversible y en la reacción inversa, porque el ion H_3O^+ cede un protón OH^- incluso cuando es pura, contiene una concentración de iones muy baja que puede detectarse en medidas de conductividad muy precisas (Atkins & Jones, 2006, p. 370). Lo anterior, se representa en la siguiente ecuación:



La constante de equilibrio para la ionización del agua se denomina producto iónico del agua, y su símbolo es K_w . A 25°C,

$$K_w = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] = 1,0 \times 10^{-14}$$

Debido a que K_w es una constante de equilibrio el producto de la concentración de los iones hidronio e hidróxido debe ser siempre igual a 10^{-14} . Si aumentamos la concentración de H_3O^+ añadiendo un ácido, entonces la concentración de OH^- debe disminuir para mantener el valor de K_w . Si aumentamos la concentración de OH^- añadiendo una base, entonces la concentración de H_3O^+ debe disminuir (Housecroft & Sharpe, 2006, p. 163-164).

2.3.4 Concepto de pH y su medición

En 1904, Salessky midió la concentración de iones $[\text{H}^+]$, para hacerlo empleó electrodos de hidrógeno. En 1909 el bioquímico danés Søren Peter Lauritz Sørensen, al servicio de una prestigiosa cervecería, divulga el concepto para expresar acidez en términos de la concentración del ion hidrógeno $[\text{H}^+]$ de manera cuantitativa, aplicable a disoluciones acuosas (Myers, 2010, p. 30-31).

Es difícil trabajar con las concentraciones de los iones H^+ y OH^- en disoluciones acuosas porque con frecuencia son números muy pequeños. Por eso Søren Sørensen propuso en 1909 una medida más práctica denominada pH; en una

disolución se define como el logaritmo negativo de la concentración del ion hidrógeno, como se presenta en la siguiente ecuación:

$$\text{pH} = -\text{Log} [\text{H}^+]$$

El logaritmo negativo proporciona un número positivo para el pH que, de otra manera, sería negativo debido al pequeño valor de $[\text{H}^+]$. Así, el término $[\text{H}^+]$ corresponde a la parte numérica de la expresión para la concentración del ion hidrógeno, porque no se puede tomar el logaritmo de las unidades. Entonces, al igual que la constante de equilibrio, el pH de una disolución es una cantidad adimensional (Chang & College, 2002, p. 605).

Debido a que el pH sólo es una manera de expresar la concentración del ion hidrógeno, las disoluciones ácidas y básicas a 25°C se identifican por sus valores de pH, como se muestra a continuación:

Disoluciones ácidas: $[\text{H}^+] > 1.0 \times 10^{-7} \text{ M}$, $\text{pH} < 7$

Disoluciones básicas: $[\text{H}^+] < 1.0 \times 10^{-7} \text{ M}$, $\text{pH} > 7$

Disoluciones neutras: $[\text{H}^+] = 1.0 \times 10^{-7} \text{ M}$, $\text{pH} = 7$

En el laboratorio de química existen métodos disponibles en la actualidad para la medición del pH, sobre todo se destaca es la implementación de instrumentos colorimétricos y electrométricos. Y aunque éstos últimos se utilizan con mayor frecuencia, los métodos colorimétricos se implementaron durante muchos años gracias a la falta de conocimientos técnicos que hicieron de los métodos

electrométricos algo rutinario. Estos procedimientos se basan en el cambio de color cuando ciertas sustancias entran en contacto con un medio ácido o alcalino (Da Silva & Alfonso, 2007, p. 235-238).

El pH de una disolución se mide con rapidez y exactitud por medio de un pH metro. El cual se compone de un par de electrodos conectados a un dispositivo capaz de medir pequeñas diferencias de potencial, del orden de los milivolts. Cuando los electrodos se introducen en una disolución se genera una diferencia de potencial, que varía con el pH. El pH metro lee esa diferencia de potencial la cual se expresa como una lectura de pH (Brown et al. 2004, p. 624).

2.3.5 Indicadores ácido-base

Los indicadores ácidos – base integran la familia de los métodos colorimétricos utilizados para la determinación del pH en ciertas sustancias, su color depende del pH de la disolución donde se ha añadido. Un indicador ácido – base se presenta en dos formas: en la primera como ácido débil, representado simbólicamente por (HIn) con un determinado color y, en la segunda, su base conjugada, representada como (In⁻) que tiene un color diferente.

Cuando se añade una pequeña cantidad de indicador a una disolución el indicador no afecta al pH de ésta última. Sin embargo, el equilibrio de ionización

del indicador se ve afectado por la concentración de iones H_3O^+ de la disolución (Whitten, Davis, Peck, & Stanley, 2015, p. 763-764).



Color del ácido

Color de la base

De acuerdo con el principio de Le Chatelier, el aumento de la concentración del ion H_3O^+ en la disolución desplaza el equilibrio hacia la izquierda, aumenta la proporción de HIn y por eso el color de la forma ácida. La disminución de la concentración del ion H_3O^+ en la disolución desplaza el equilibrio hacia la derecha, crece la proporción de In^- y de ahí el color de la forma básica. El color de la disolución depende de las proporciones relativas del ácido y de la base. El pH de la disolución, puede relacionarse con estas proporciones relativas y con el pK_a del indicador, como se representa en la siguiente expresión (Petrucchi, Harwood, & Herring, 2003, p.724)

$$\text{pH} = \text{pK}_{\text{HIn}} + \log \frac{[\text{In}^-]}{[\text{HIn}]}$$

En general, si el 90% o más de un indicador se encuentran en la forma ácida HIn , la disolución tomará la coloración del ácido. Sin embargo, si el 90% o más se encuentra en la forma In^- , la disolución adquiere la coloración de la base (o del anión en su defecto). El cambio completo de color en un indicador ácido – base, se produce aproximadamente en un intervalo cercano de 2 unidades de pH (Petrucchi, Harwood, & Herring, 2003, p. 724).

2.4 Aspectos pedagógicos y didácticos en la enseñanza del concepto ácido y base

2.4.1 Constructivismo

En la teoría constructivista de Piaget, la adquisición del conocimiento es un proceso interno, activo e individual mediante el cual los nuevos saberes se incorporan a esquemas o ideas ya existentes en el sujeto; éstos son modificados y reorganizados mediante procesos de asimilación y acomodación en el curso de la enseñanza y el aprendizaje del estudiante por autodescubrimiento, se adaptan a su nueva estructura cognitiva. Allí el rol del docente es de simple facilitador y espectador del desarrollo del estudiante (Tünnerman, 2011, p. 23-24).

Desde la óptica de Vygotsky, y su constructivismo social, la apropiación del conocimiento no puede estar desligada del contexto social, histórico y cultural, que facilita la negociación de significados ya existentes en el estudiante con otros nuevos; ni prescindir de procesos mentales que se dan en un primer momento a nivel interpersonal y luego a nivel intrapersonal (Moreira, Caballero, & Rodríguez, 1997, p. 7 - 9).

Partiendo del estudio de las distintas teorías constructivistas del desarrollo y el aprendizaje, en su reflexión acerca de la naturaleza, funciones y características

de la educación escolar, Coll (1996) comprende una concepción constructivista del aprendizaje. Afirma que la educación debe ser considerada ante todo una práctica social, desarrollada de manera simultánea con los procesos de socialización e identidad cultural del estudiante; porque es así como el educando accede, asimila el conocimiento, su identidad cultural, al tiempo que construye un aprendizaje integral como sujeto al interior de una comunidad (p. 169 – 170).

2.4.2 Aprendizaje significativo

Hace más de cuatro décadas, David Ausubel planteó, en 1963, una teoría centrada en el estudiante, en la cual se incorporaban los elementos necesarios para garantizar la adquisición, asimilación y retención del conocimiento. De este modo el saber sería significativo, incluiría lo que ocurría en el aula y, además, los elementos necesarios que facilitaban el aprendizaje dentro del contexto escolar; entonces se transformaban a fondo programaciones y currículos escolares para cumplir con su objetivo (Rodríguez, 2011, p. 30-36). Esta teoría surgió a la luz de la psicología educativa con la finalidad de transformar los estilos de enseñanza y aprendizaje en la educación, ante el conductismo imperante de la época, con Skinner y Pavlov como sus principales exponentes.

En su teoría, Ausubel (2001), describe el aprendizaje memorístico como un estilo de aprendizaje antagónico al significativo, afirma que es una estructura cognitiva carente de significado, mecánico, memorístico, repetitivo y lineal. Así no se genera la adquisición de un significado en el aprendizaje del sujeto,

distinto a lo que sucede entre el aprendizaje por descubrimiento y el aprendizaje por recepción (Galagovsky, 2004, p. 230 - 231). En la siguiente tabla, se presentan las principales diferencias entre aprendizaje significativo y aprendizaje memorístico de acuerdo con lo planteado por Novak y Gowin (como se citaron en Pozo, J. , 1989, p. 210).

Tabla 1. *Diferencias entre aprendizaje significativo y aprendizaje memorístico*

Aprendizaje Significativo	Aprendizaje Memorístico
<p>Esfuerzo deliberado por relacionar los nuevos conocimientos con conceptos de nivel superior.</p> <p>Aprendizajes relacionados con experiencias, con hechos u objetos.</p> <p>Implicación afectiva para relacionar los nuevos conocimientos con aprendizajes anteriores.</p>	<p>Ningún esfuerzo por integrar los nuevos conocimientos ya existentes en la estructura cognitiva.</p> <p>Aprendizaje no relacionado con experiencias, con hechos u objetos.</p> <p>Ninguna implicación afectiva para relacionar los nuevos conocimientos con aprendizajes anteriores.</p>

Teorías cognitivas del aprendizaje adaptadas (Fuente: Pozo, J. Teorías cognitivas del aprendizaje, 1989).

Para Ausubel, el proceso de enseñanza y aprendizaje debe ser continuo, porque, aunque la enseñanza y el aprendizaje interactúen son relativamente independientes. Es decir que ciertos estilos de enseñanza no conducen necesariamente a un determinado tipo de aprendizaje. En la figura 1 se establece la interacción entre el aprendizaje significativo y el memorístico, en ambos es posible la forma receptiva o expositiva y la enseñanza por descubrimiento o investigación (Pozo J. , 1989, p. 210).

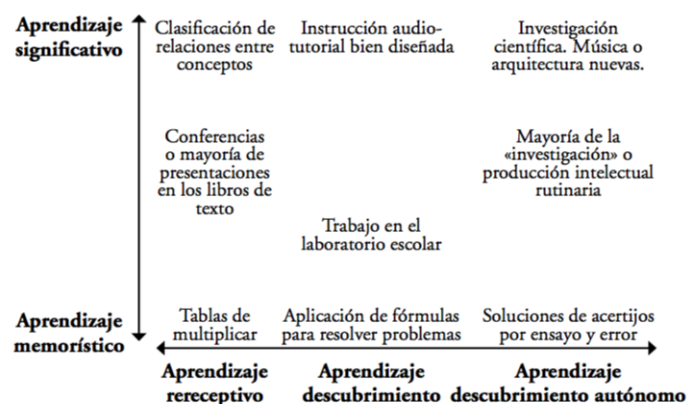


Figura 1. Relación entre estilos de enseñanza (Fuente: Pozo, J. Teorías cognitivas del aprendizaje, 1989).

En el aprendizaje significativo, la construcción de los contenidos dentro del currículo escolar debe estar en función de las metas que orienten el proceso de los mismos y no en la cantidad de éstos. En otras palabras, lograr un contexto social donde exista menos información y se enfatice en dotar de significado los conceptos, para permitirle al estudiante interpretarlos y establecer las conexiones con su propia realidad. Y evitar así que la educación científica se limite única y exclusivamente a la transmisión de datos, donde el estudiante almacene la información proporcionada en su memoria, y reitere procesos fundamentados en la repetición, los cuales son insuficientes para que el sujeto logre un aprendizaje significativo (Pozo & Gómez, 1998, p. 89-95).

En conclusión, y en la opinión de Ballester (2002), se considera que para alcanzar aprendizajes significativos y duraderos en el tiempo es necesario establecer en el aula estrategias didácticas que permitan un vínculo entre los conocimientos previos de los estudiantes y los nuevos aprendizajes; esto

permitiría la construcción sólida de los nuevos saberes, en resumen, un verdadero y auténtico significado del conocimiento (p. 16).

2.4.3 Ideas previas

Durante mucho tiempo, los procesos de enseñanza y aprendizaje en el aula de clases han sido desarrollados de forma lineal, con énfasis en la labor del docente como actor protagónico, portador y transmisor del conocimiento. Y el estudiante ha tenido el limitado rol de receptor del conocimiento, en un proceso unidireccional donde la calidad y la cantidad de aprendizaje dependen estrictamente de las habilidades y destrezas del estudiante, sin tener en cuenta sus ideas previas.

Según un amplio análisis de Pozo (1996), las ideas previas o concepciones alternativas de los estudiantes son construcciones personales, relativamente incoherentes, de carácter implícito, y resistentes al cambio (p. 118 – 120).

En las ideas previas o concepciones alternativas de los estudiantes se ocultan diversos problemas de aprendizaje que requieren una diversidad curricular para ser atendidos. Por lo tanto, es útil diferenciar entre diversas tipologías las ideas previas de los estudiantes. Según Pozo, de acuerdo con su origen o la forma en que fueron adquiridas, las ideas previas se pueden clasificar en tres tipos:

1. Origen sensorial: son concepciones espontáneas, producto de procesos sensoriales y sensitivos en el intento del estudiante por dar explicación y significado a fenómenos cotidianos, que involucran el conocimiento cotidiano.

2. Origen cultural: estas concepciones son de origen social, asociadas a creencias culturales, involucradas por el estudiante para explicar hechos o fenómenos, teniendo en cuenta que pueden diferir de un contexto cultural a otro.

3. Origen educativo: éstas son adquiridas por el estudiante durante su etapa escolar, tienen su origen en los propios materiales y actividades didácticas implementadas por el docente en la enseñanza de un contenido. También pueden ser adquiridas a partir de los errores conceptuales contenidos en los textos.

Para Bello (2004), las ideas previas son concepciones de índole personal, elaboradas por el estudiante con el propósito de explicar, predecir o describir un determinado fenómeno natural o concepto científico. Por lo general persisten con el paso del tiempo y son resistentes al cambio durante la etapa escolar, pero no tienen relación con el lenguaje científico (p. 60 – 61).

Para lograr que esas ideas previas sean modificadas en el estudiante, en la enseñanza de las ciencias, debe considerarse la necesidad de vincular los nuevos saberes con el conocimiento ya existente, derivado de su experiencia; entonces se integra el saber cotidiano con el saber científico y el estudiante aumenta la capacidad de razonar por sí mismo, a partir de interrogantes relevantes que respondan a problemas sociales en su contexto (Trinidad Velasco & Garritz, 2003, p. 92-93).

Es importante vincular las ideas previas de los estudiantes con la enseñanza de las ciencias, si el objetivo es la consecución de aprendizajes significativos. Por lo general, los estudiantes tienen un conjunto de ideas previas respecto a diversos fenómenos y conceptos, producto de construcciones propias que se originan desde su experiencia. No obstante, para la ciencia suelen ser erróneas, en un alto porcentaje. Por ejemplo, usan analogías inapropiadas, un lenguaje común carente de significado y errores conceptuales, que han sido reproducidos por los docentes en el momento de la explicación o en los libros de textos. Todo ello genera aprendizajes inadecuados y conlleva a que las ideas previas en los estudiantes perduren durante mucho tiempo, sin lograr ser eliminadas (Campanario & Otero, 2000, p. 156-158)

A pesar de esto último, la discrepancia entre el lenguaje cotidiano y el científico no debe considerarse como un aspecto negativo, sino como una oportunidad para desarrollar la habilidad lingüística entre las personas, donde es inevitable incluir errores conceptuales. Pero, luego del estudio de los contenidos

científicos, no debe vincularse más el lenguaje cotidiano en un contexto científico para la explicación de un fenómeno (Carrascosa, 2005, p. 194-197).

2.4.4 Aprendizaje activo

En las nuevas tendencias de enseñanza, el aprendizaje activo ha recibido una considerable atención durante los últimos años, en el marco de nuevas alternativas para los métodos de enseñanza tradicional. Se define como un estilo de enseñanza en donde el estudiante realiza actividades significativas, desempeña un rol protagónico. En él desarrolla de forma simultánea a la construcción del conocimiento, habilidades de pensamiento crítico y actitudes (Prince, 2004, p. 223).

Bonwell y Eison, (como se citaron en Szczerbacki, Duserick, Rummel, Howard, & Viggiani, 2000, p. 272), definen el aprendizaje activo como una teoría constructivista, en la cual el aprendizaje se construye entorno a la dinámica social del estudiante; que integra el saber con el hacer y traslada los conceptos a las experiencias del mundo real. En este enfoque se estimula al estudiante a pensar en sí mismo como educando, que aprende cómo aprende y cómo puede aprender aún más.

Desde esta teoría, el estudiante es considerado como el centro del proceso de enseñanza y aprendizaje. Así que el docente debe promover ambientes de aprendizaje acordes a las necesidades del estudiante, su edad y su contexto sociocultural, lo cual hará más eficaz la asimilación de los nuevos aprendizajes (González, 2017, p. 21). En la tabla 2, se comparan las características de los entornos de aprendizaje activos con los entornos tradicionales (pasivos) de enseñanza.

Tabla 2. Aprendizaje tradicional versus entornos de aprendizaje activo

Aprendizaje Tradicional	Aprendizaje Activo
El instructor y los libros de texto son la autoridad y fuentes de todo conocimiento.	Los estudiantes construyen su conocimiento a partir de observaciones prácticas.
Los conocimientos previos del estudiante rara vez son tenidos en cuenta.	Los estudiantes tienen el desafío de comparar predicciones (basadas en sus creencias) con observaciones de experimentos reales.
Los estudiantes nunca reconocen las diferencias entre sus ideas previas y lo que se enseña en clase.	Favorece el cambio conceptual en el estudiante, logrando transformar sus ideas previas.
El papel del docentes es de autoridad.	El docente es un guía en el proceso de aprendizaje.
Poca colaboración entre compañeros.	Propicia el trabajo en equipo.
El trabajo de laboratorio es usado para confirmar una teoría.	El trabajo de laboratorio es usado para aprender conceptos básicos.

Comparación adaptada entre aprendizaje tradicional y aprendizaje activo (Fuente: Alarcón, y otros, 2006, p.3)

Los estudiantes desarrollan habilidades y destrezas que van mucho más allá de leer, escribir, debatir y resolver problemas abstractos en el aula de clase, en donde se restringe a escuchar el discurso del docente, memorizar conceptos y recitar respuestas al momento de ser evaluado. En este estilo de enseñanza los conceptos tienen una estrecha relación y significado con experiencias reales en su quehacer, fomentan en el estudiante el trabajo cooperativo, la discusión entre pares, el desarrollo de tareas de orden superior como la capacidad de análisis,

síntesis y evaluación de su propio proceso de aprendizaje (Chickering & Gamson, 1987, p. 3-5).

Este tipo de aprendizaje tiene el potencial de revolucionar la instrucción y agitar el entusiasmo de los estudiantes por la educación, porque no solo aprenden contenido, sino que también mejoran su pensamiento crítico, administran mejor su tiempo, practican habilidades interpersonales, auditivas y orales, son mejores escritores y son más sensibles a las diferencias culturales (Warren, 1997, p. 17-19).

Brenson (2002, p. 16 - 17), establece una comparación cuantitativa entre la significancia de los aprendizajes adquiridos a partir de la enseñanza tradicional y la metodología constructivista. Al final concluye que en la enseñanza tradicional el 40% de los estudiantes tan solo aprende el 40% de los contenidos; mientras que los estudiantes con metodologías constructivistas, que involucran estrategias prácticas como el aprendizaje activo, pueden alcanzar aprendizajes hasta del 60%, debido a que, usualmente, tienden a recordar con el paso del tiempo todo aprendizaje adquirido a partir de la experiencia como se evidencia en el cono del aprendizaje propuesto por Edgar Dale (figura 2) (citado en Oliver Hoyo, Alconchel, & Pinto, 2012, p. 46 - 47).

Después de dos semanas tendemos a recordar	Técnica utilizada	Naturaleza de la actividad involucrada
El 90% de lo que decimos y hacemos	Haciendo lo que se intenta aprender	ACTIVA
	Simulando experiencias reales	
	Realizando una representación teatral	
El 70% de lo que decimos	Dando una conferencia / clase	PASIVA
	Participando en un debate	
El 50% de lo que oímos y vemos	Viendo fotografías e imágenes	
	Viendo una demostración	
	Viendo una exhibición	
	Viendo una película	
El 30% de lo que vemos	Viendo fotografías e imágenes	
El 20% de lo que oímos	Oyendo palabras	
El 10% de lo que leemos	Leyendo	

Figura 2. Cono del aprendizaje de Edgar Dale (Fuente: Oliver Hoyo, Alconchel, & Pinto, 2012, p. 47).

De acuerdo con Silberman (1998), a los estudiantes les resulta más atractivo desarrollar actividades experimentales, que aquellas prácticas en donde solo recibe información de forma pasiva. Es el caso de los juegos y la resolución de problemas, pues contribuyen en la potenciación del aprendizaje activo en los procesos de enseñanza y aprendizaje (p. 39 – 40). Para ello el autor recomienda tener en cuenta los siguientes pasos al momento de desarrollar las actividades experimentales:

1. Explicar los objetivos de la actividad.
2. Vender los beneficios.
3. Procurar hablar lentamente para que las instrucciones sean comprensibles.
4. Hacer una demostración de la actividad si las instrucciones son complicadas.
5. Dividir a los estudiantes en grupos más pequeños al momento de impartir las instrucciones.
6. Aclarar el tiempo asignado para el desarrollo de la actividad.

7. Evitar prolongar las discusiones e interrumpir el desarrollo de las actividades.
8. Desafiar a los estudiantes.
9. Reflexionar a partir de los aprendizajes y actitudes generadas después del desarrollo de las actividades.
10. Generar conclusiones a partir de interrogantes que generen respuestas breves y precisas.

2.4.5 Obstáculos epistemológicos

Desde el pensamiento filosófico de Gastón Bachelard (2000), un obstáculo epistemológico es definido como el conjunto de dificultades psicológicas que impiden o dificultan una correcta apropiación del conocimiento científico (p. 27 – 198). Según él se pueden distinguir 5 tipos de obstáculos durante la construcción del conocimiento científico:

1. La experiencia básica.
2. El obstáculo verbal.
3. El conocimiento unitario y pragmático.
4. El obstáculo sustancialista.
5. El obstáculo animista.

Entre tanto, para Brousseau (como se citó en Palarea & Socas, 1994, p.92), un obstáculo epistemológico se define como todo conocimiento erróneo, reproducible en el tiempo, persistente en el mismo, y no es producto del azar, sino de un conocimiento anterior que impide la apropiación del conocimiento científico de manera objetiva.

Duroux (1983), basado en las definiciones anteriores establece que un obstáculo epistemológico deberá cumplir con los siguientes criterios (p. 54):

1. Es un conocimiento que funciona como tal en un conjunto de situaciones y para ciertos valores de las variables de estas situaciones.
2. El obstáculo es un conocimiento que, al intentar adaptarse a otras situaciones u otros valores de las variables, provocará errores específicos, identificables y analizables.
3. El obstáculo es un conocimiento estable. En situaciones más allá de su área de validez, su rechazo le costará al alumno más que un intento de adaptación a toda costa, incluso si esto aumenta considerablemente los procesos de resolución utilizados.
4. El obstáculo solo puede superarse en situaciones específicas de rechazo y este rechazo será constitutivo de conocimiento.

2.4.6 Cambio conceptual

Para Posner, Strike, Hewson, & Gertzog (1982), el aprendizaje no debe ser considerado un simple repertorio verbal, o un conjunto de comportamientos que conllevan a la adquisición de nuevos conceptos vinculados con la capacidad de emitir respuestas. Al contrario, debe generar en el estudiante la posibilidad de

asociar los presaberes con el nuevo fenómeno por medio de la asimilación. Sin embargo, los conceptos actuales del estudiante deben ser reorganizados y reemplazados, es decir, deben atravesar un cambio conceptual (p. 212 – 215).

En ese mismo sentido, Posner *et al.* (1982) establecen cuatro condiciones para lograr un cambio conceptual en el estudiante, los describe así (p. 214):

1. Debe presentarse inconformidad con las ideas existentes.
2. La nueva idea debe ser comprensible para el estudiante, de modo que esa otra concepción se arme a partir de las experiencias anteriores.
3. El nuevo saber debe causar interés, o ser atendible ante la percepción de los estudiantes. Pero ello no se cumplirá en todas las experiencias aprendidas, pues algunas teorías científicas tienen aspectos que son contra intuitivos.
4. El nuevo saber aprendido debe servir y ser aprovechable. Es decir, provocará más posibilidades de exploración y nuevos puntos de vista al alumno. Entonces, deberá resolver los problemas antes relacionados en su aprendizaje y explicar nuevos conocimientos y experiencias.

De acuerdo con Driver (como se citó en Solbes, 2009, p.10), la enseñanza de las ciencias basada en el cambio conceptual se estructura en torno a una secuencia de actividades específicas, elaboradas para conseguir un cambio en cuatro fases:

Orientación: Destinada a despertar la atención y el interés de los alumnos por el tema.

Explicitación: Consiste en la exposición de las ideas de los alumnos, que permite la identificación y clarificación de éstas.

Reestructuración: Donde han de modificarse las ideas de los alumnos por medio de diferentes estrategias que pueden incluir el uso combinado de contraejemplos o actividades destinadas a provocar insatisfacción con las propias ideas; además de modelos, analogías y diseño de experiencias que ayudarán a clarificar y diferenciar unas ideas de otras, etc. En esta fase se incluyen diversas oportunidades para que los alumnos prueben y apliquen sus concepciones revisadas y, de este modo, adquieran confianza en las mismas.

Revisión del cambio de ideas: Se trata de comparar las nuevas ideas con las iniciales.

Desde un aprendizaje constructivista, el cambio conceptual depende en gran medida de la capacidad que tenga el estudiante de integrar las concepciones individuales con la nueva información. Es decir que, si sabe poco sobre el tema en estudio, es probable que la nueva información se combine de modo fácil con sus ideas existentes, sin generar un conflicto conceptual con sus preconcepciones. En los estudiantes el cambio conceptual puede estar influenciado por factores motivacionales, sociales e históricos, o también por la existencia y la persistencia de errores conceptuales producto de la enseñanza de las ciencias (Pintrich, Marx, & Boyle, 1993, p. 169-172).

Por ello, Tamayo (como se citó en Ruiz, 2007, p.49 - 51) tiene una mirada holística entorno al cambio conceptual, y destaca la importancia de involucrar la experiencia y los presaberes del estudiante, como elementos lingüísticos y socioculturales en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. Para Hewson (1992), el propósito en la enseñanza de las ciencias mediante el cambio conceptual no consiste en obligar a los estudiantes a renunciar a sus concepciones alternativas, y aceptar las concepciones del profesor o sustituirlas por conceptos o teorías científicas; sino en provocar a los estudiantes a desafiar una idea con otra para que desarrollen estrategias apropiadas, y así tener concepciones alternativas que compitan entre sí por la aceptación (p. 9 – 13).

2.4.7 Metacognición

La metacognición es uno de los temas con una gran importancia durante los últimos tiempos, se ha movilizadado desde el campo de la psicología al campo de la educación con la intención de mejorar a través de las prácticas docentes los procesos de enseñanza y aprendizaje en el aula. Es más, ha sido adaptada como una metodología alternativa en la enseñanza de las ciencias; en la cual el estudiante es el valor principal del proceso, pues adquiere la capacidad de modificar sus técnicas convencionales para acercarse a la construcción del conocimiento, en otras palabras, acceder a ellos (Jaramillo & Simbaña, 2014, p. 300-305).

La definición clásica sobre metacognición se encuentra en la referencia sobre Flavell (como se citó en Angulo, 2002, p. 111 - 112) como su principal precursor a principios de los años 70'; gracias a que él introduce esta concepción como producto de las investigaciones realizadas sobre el desarrollo de los procesos de la memoria, incluso planteó dos dominios fundamentales para lograr la metacognición en los aprendizajes, como lo muestra la figura 3. Así Flavell logró entender cómo el estudiante adquiere un mayor conocimiento dentro de su proceso de aprendizaje y, al mismo tiempo, cómo lo regula, con lo cual el proceso se hizo más eficiente en la resolución de determinadas tareas.

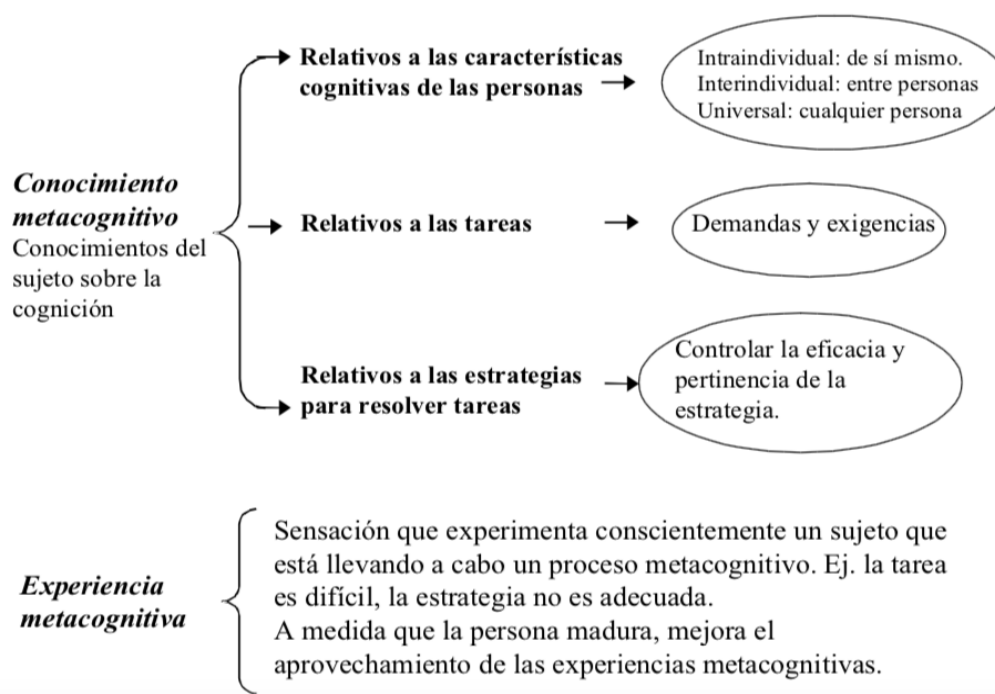


Figura 3. Dominios metacognitivos según Flavell (Fuente: Tomado de Flavell, 1987, citada en Angulo, 2002, pág. 111-112).

Ahora bien, cuando Brown (como se citó en Ribeiro, 2003, p.110) asocia la metacognición al conocimiento de los recursos cognitivos con los cuales cuenta el sujeto para su proceso de aprendizaje, en el que emplea estrategias para

realizar una tarea específica (conocer a conocerse). Esto implica establecer mecanismos de autocontrol para el desarrollo y elaboración de una determinada tarea, junto a organización, control, revisión y evaluación del proceso. Aclarando que el control es dependiente de la situación y de la tarea, mientras que el conocimiento es una entidad relativamente estable y reflexivo.

De acuerdo con Campanario & Moya (1999), en la enseñanza de las ciencias, los estudiantes desarrollan destrezas que suscitan procesos metacognitivos. Dentro de estas podemos destacar la observación, la capacidad del estudiante de formular interrogantes y realizar predicciones que conlleven posteriormente al planteamiento de hipótesis, la descripción de fenómenos, la interpretación de datos, la organización de ideas y el procesamiento de la información de forma coherente. Al finalizar podría elaborar sus propias conclusiones y reconstruir su estructura cognitiva inicial. A lo largo de este proceso el docente, en su rol de facilitador, debe explicitar las relaciones entre las ideas previas de los alumnos y las teorías que permiten analizar de forma adecuada las observaciones realizadas durante las experiencias (p. 187 – 188).

En el mismo sentido, se ha demostrado que los procesos en que los estudiantes desarrollan procesos metacognitivos ejercen gran influencia en el desempeño de otras áreas del aprendizaje escolar, como la comunicación, la comprensión oral y escrita, y la resolución de problemas. Además, la metacognición potencia en los estudiantes un rol activo, así como actitudes favorables hacia la disciplina

científica, por cual logran ser autónomos e independientes en el momento de aplicar la ciencia al contexto cotidiano y se constituyen en un elemento clave en el proceso de aprender a aprender (Campanario & Moya, 1999, p. 188; Ribeiro, 2003, p. 111).

2.4.8 Concepciones alternativas de los estudiantes en el estudio del suelo

Entre los diversos estudios realizados en ciencias entorno a la enseñanza del concepto suelo y sus propiedades, la investigación realizada por Yus & Rebollo (1993), expone las dificultades que presentan los estudiantes en su aprendizaje a partir de la exploración de las ideas previas. Se evidenció que los estudiantes suelen tener nociones vagas y confusas con relación a los aspectos estructurales del suelo tales como: la edad, la profundidad, composición y estructura.

Otra de las conclusiones mas relevantes en este estudio, fue que los estudiantes no involucran ningún concepto químico en sus pre concepciones. El único concepto próximo al componente químico del suelo, fue asociado al efecto de los abonos, estiércol y otros residuos biológicos sobre el suelo (p. 275 – 276).

Por lo anterior, se sugiere que en los procesos de enseñanza y aprendizaje del concepto suelo y sus propiedades en el aula de clase, no se implementen metodologías basadas exclusivamente en la transmisión de conocimiento, ya que

durante la etapa escolar los estudiantes no logran alcanzar un cambio conceptual en su aprendizaje, lo que exige razonamientos de mayor complejidad para su comprensión. Por lo cual, es recomendable involucrar aspectos perceptibles y reales en su enseñanza, que no exijan grandes conocimientos científicos previos a su estudio.

2.4.9 El contexto en la enseñanza de las ciencias

En la enseñanza de las ciencias naturales en el aula, la reproducción de contenidos y planes curriculares no debe ser el objetivo principal en los procesos educativos sino también es de mucha importancia comprender el contexto socio cultural y económico de los educandos, donde ellos puedan tener acceso al conocimiento desde su realidad, haciendo un uso asertivo de las metodologías propias del área y de las nuevas herramientas de la información y la comunicación (TIC) para hacer de la enseñanza un aprendizaje significativo asociado también con los recursos que el entorno social ofrece.

Sumado a los elementos anteriormente mencionados, vale la pena destacar el aspecto motivacional como componente esencial en los procesos de enseñanza y aprendizaje. El docente tiene el reto de despertar en sus estudiantes el interés por el aprendizaje y las tareas o tareas que conducen a él, apoyándose en corrientes pedagógicas contemporáneas, para ajustar los contenidos curriculares y propiciar un ambiente dinámico y participativo, que responda a las necesidades del contexto. Donde más que aprender un sinnúmero de conocimientos el estudiante se sienta a gusto por el aprendizaje.

Para Caamaño (2011), la enseñanza contextualizada de las ciencias está directamente relacionada con la vida cotidiana del estudiante, su fin es mostrar con claridad la importancia e interés para sus vidas futuras en el ámbito profesional, social y personal enfatizando la situación y el contexto en el cual tiene lugar el proceso de aprendizaje (p. 21 - 22).

Con la finalidad de favorecer la aplicación del contexto en los currículos de ciencias, Aragón (2004), propone un conjunto de elementos y actividades que pueden ser útiles en las aulas de clases, descritos a continuación (p. 111):

- Incluir en las explicaciones ejemplos y alusiones a hechos cotidianos
- Contextualizar situaciones dentro de un contexto real
- Realización de estimaciones y proporcionar cantidades concretas de las diferentes magnitudes en situaciones determinadas
- Poner en manifiesto las propiedades de los materiales y sustancias que nos rodean
- Uso de analogías
- Realización de actividades prácticas con materiales comunes
- Reciclado de materiales para su uso en el aula
- Utilización noticias de prensa y hechos de actualidad

De acuerdo con Zapata (2016), la enseñanza y el aprendizaje basado en el contexto presenta diversos aportes que se han consolidado de forma paulatina como alternativa en la didáctica de las ciencias experimentales. Este emerge como alternativa para mejorar los procesos de enseñanza, enfocado en metodologías activas como: el aprendizaje basado en problemas, aprendizaje activo, aprendizaje por indagación. En este sentido, la enseñanza de las ciencias

a partir del contexto incrementa en el estudiante el interés y motivación por la ciencia, en un intento por dar sentido a los conceptos luego de ser aprendidos (p.195).

3. Metodología

3.1 Enfoque de investigación

El enfoque metodológico adaptado en este trabajo de investigación fue desarrollado bajo el modelo de investigación mixta (cualitativo – cuantitativo), para el cual los datos cuantitativos y cualitativos se recopilaron y analizaron durante la misma fase del proceso de investigación y se fusionaron en una sola interpretación, con el fin de comprender de forma general e integral el problema de investigación (Creswell, Klaseen, Plano Clark, & Smith, 2011, p. 4-9). El diseño de la investigación es de tipo cuasi experimental, no contó con un grupo control, pero incluyó la aplicación de instrumentos de medición tipo cuestionario en un momento inicial y final, con la intención de evaluar saberes previos, actitudes de los estudiantes hacia la propuesta de enseñanza y el efecto de esta en un corto y mediano plazo (Baptista, Fernández, & Hernández, 2014, p. 12-15).

3.2 Población y muestra de estudio

La propuesta de investigación se aplicó con estudiantes de educación básica secundaria en la Institución Educativa Alto Horizonte. Está localizada en la vereda Alto Horizonte, del municipio de Suaza, en el departamento del Huila, a 24 kilómetros de la cabecera

municipal. La muestra incluyó 17 estudiantes, 10 mujeres y 7 hombres, con edad promedio entre los 13 y 16 años, del grado 8º y 9º.

El grupo de estudio pertenece al estrato socio económico 1 y 2, y son beneficiarios del régimen subsidiado (SISBEN). El nivel de escolaridad de los demás integrantes del núcleo familiar es básica primaria y su principal fuente de ingresos proviene de la actividad agrícola (caficultura).

3.3 Diseño Metodológico

Durante la concepción de la propuesta de investigación, se estableció previamente una ruta metodológica ajustada a la planificación y construcción de un cronograma de actividades que favoreció la consecución de los objetivos pactados. Según Baptista et al. (2014), la investigación se concibe como un proceso constituido por diversas etapas, pasos o fases, interconectadas de una manera lógica, secuencial y dinámica. Lo cual no implica que no sea posible regresar a una etapa previa o visualizar las etapas subsecuentes (p. 4 - 6).

En la figura 4, se presenta el diseño metodológico en donde se indican las fases de desarrollo de la propuesta de investigación:

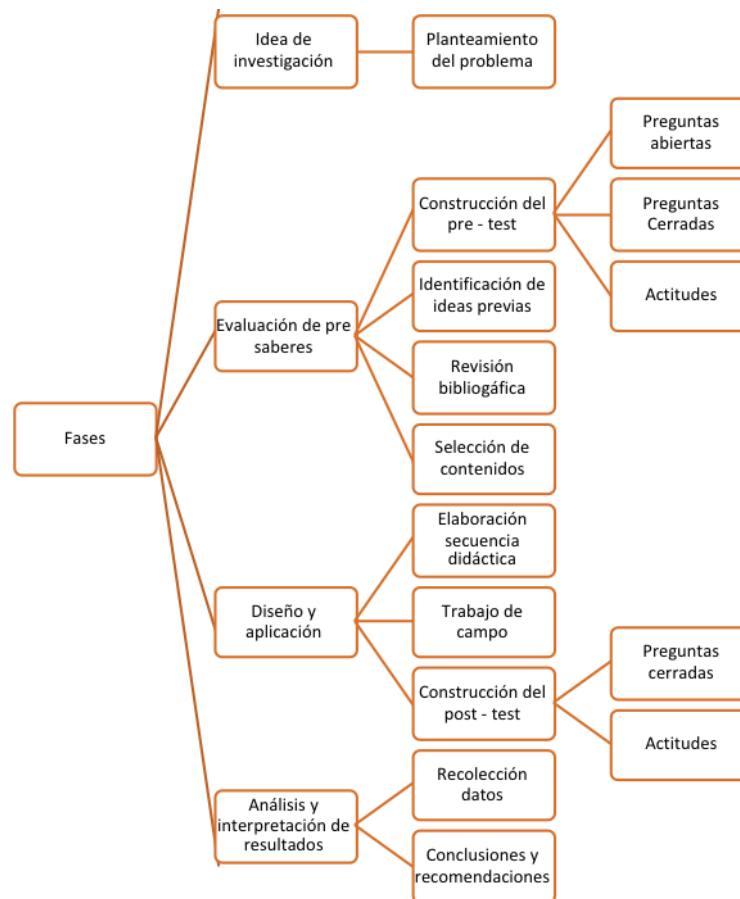


Figura 4. Fases de trabajo de la investigación (Fuente: Elaboración propia).

3.4 Desarrollo de la propuesta de investigación

3.4.1 Fase I: planteamiento del problema

En esta fase, se construyó el planteamiento y descripción del problema, al igual que los objetivos de la investigación.

3.4.2 Evaluación de pre - saberes

Para la evaluación de los pre saberes e identificación de los obstáculos epistemológicos en los estudiantes en los conceptos asociados a pH y previo a la elaboración y aplicación de la propuesta didáctica, se construyeron 3 instrumentos (preguntas abiertas, cerradas y escala Likert) descritos en el siguiente apartado.

3.4.3 Los instrumentos utilizados

En el instrumento tipo cuestionario con preguntas abiertas se formularon 3 preguntas que constaban de un enunciado con términos relacionados en los conceptos de acidez y basicidad con sus respectivos interrogantes, para ser resueltos de manera individual. Este instrumento se diseñó con la intencionalidad de recolectar información de tipo cualitativa y medir el grado de elaboración de los saberes previos en los estudiantes. En la tabla 3 se describen las preguntas formuladas en el cuestionario de preguntas abiertas y su finalidad.

Tabla 3. *Caracterización de las preguntas del cuestionario de ideas previas con preguntas abiertas (Pre – Test)*

Pregunta	Intencionalidad de la pregunta
P1. La disponibilidad de elementos químicos esenciales en los suelos está estrechamente ligada con su grado de acidez o basicidad. Determinando así la presencia de Hierro, Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Azufre y Calcio que son importantes en la nutrición vegetal. Con sus propias palabras defina: ¿Qué es un ácido? ¿Qué es una base? ¿Cómo calcularía	En esta pregunta los estudiantes definen con sus propias palabras los conceptos de acidez y basicidad, y su relación con las propiedades químicas del suelo. También, pretende identificar distintos métodos que los estudiantes distinguen en su cotidianidad para determinar el

usted qué tan ácido o básico es el suelo de su finca?	grado de acidez o basicidad en un suelo.
P2. El resultado de una buena cosecha depende en gran parte de la relación entre las características del suelo y de la preparación apropiada del terreno ¿Qué propiedades del suelo tiene usted en cuenta al momento de cultivar? ¿Conoce un método en especial que pueda ayudarle en la identificación de dichas propiedades?	Esta pregunta indaga en los estudiantes acerca de los distintos métodos o técnicas empleadas en su entorno para la identificación de las propiedades físicas y químicas de un suelo, y su importancia al momento de cultivar.
P3. De acuerdo con algunos estudios realizados, la acidez de los suelos en el departamento del Huila se acentúa hacia la zona sur y disminuye hacia el norte, donde algunos suelos son alcalinos o ligeramente neutros ¿Qué acciones o medidas aplica usted para preparar el suelo antes de la siembra?	En esta pregunta los estudiantes a partir de las características químicas de los suelos del departamento establecen relación con el suelo de su región y aplican estrategias para adaptar de forma óptima el suelo de acuerdo con las necesidades de cada cultivo.

El otro instrumento fue el cuestionario con preguntas cerradas, que se diseñó con un total de 13 preguntas de selección múltiple con única respuesta. El objetivo era medir los pre saberes relacionados en los conceptos de acidez y basicidad, escala de pH, importancia de los ácidos y bases en el cuerpo humano, además de su incidencia en el campo agrícola.

Parte de estas preguntas fueron tomadas y adaptadas de pruebas saber 9º y 11º entre los años 2012 y 2016 (Preguntas 1, 2, 3, 4, 5, 6, y 7), otras fueron adaptadas por el investigador a partir de la revisión bibliográfica de los contenidos (Preguntas 8, 9, 10, 11, 12 y 13). En la tabla 4 se describen las características del cuestionario.

Tabla 4. *Caracterización de los ítems del cuestionario de ideas previas con preguntas cerradas (Pre – Test)*

TEMÁTICA A DIAGNOSTICAR	PREGUNTAS RELACIONADAS CON LA TEMÁTICA	INTENCIONALIDAD DE LAS PREGUNTAS
Concepto de acidez y basicidad	1 y 3	El estudiante comprende el concepto de acidez y basicidad como propiedad química de las sustancias.
Escala de pH	2 y 4	Interpreta de manera correcta la escala de pH clasificando sustancias de uso cotidiano en ácidas o básicas.
Indicadores ácidos – base	5 y 6	El estudiante de manera deductiva e hipotética, a través de un diseño experimental, determina el grado de acidez y basicidad de una sustancia de manera cualitativa y cuantitativa.
Importancia de los ácidos y bases en el cuerpo Humano	7 y 8	El estudiante a partir de situaciones reales explica la función de los ácidos y las bases en los procesos propios de los seres vivos, y su importancia en la homeostasis.
Relación de los conceptos ácido – base con el suelo y sus componentes	9, 10, 11, 12 y 13	El estudiante desde la interpretación de fenómenos propios de su práctica agrícola establece relaciones válidas y

		significativas entre los conceptos de acidez y basicidad, como también su incidencia en la práctica agrícola. También, despierta el interés por el aprendizaje y la significancia de los conceptos fuera del aula.
--	--	--

Instrumento de actitudes (Escala Likert): De acuerdo con Osborne, Simon, & Collins (2003), habitualmente las actitudes son medidas mediante una escala de calificación sumativa que consiste en una serie de declaraciones de opinión, y reflejan una actitud favorable o desfavorable para el objeto que se estudia (p. 1053 – 1055). Por ello, se elaboró un conjunto de ítems presentados en forma de afirmaciones o juicios, ante los cuales se pide la reacción de los participantes frente al aprendizaje de la química. Es decir, se presentó cada afirmación y se solicitó al sujeto que manifestara su opinión al elegir uno de los cinco puntos o categorías de la escala (TA = totalmente de acuerdo, A = de acuerdo, I = indiferente, D = en desacuerdo, TD = totalmente en desacuerdo). En la tabla 5, se presentan los ítems establecidos en el instrumento de actitudes tipo Likert.

Tabla 5. *Caracterización de los ítems del cuestionario tipo Likert (Pre – Test).*

Categoría	Ítems
Importancia y relevancia de la química en el contexto.	2, 9 y 10
Trabajo experimental en la enseñanza de la química.	7
Didáctica y metodología en la enseñanza de la química.	1, 3, 4, 5, y 6
Participación del estudiante en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la química.	8

A cada punto se le asignó un valor numérico. Así, el participante obtenía una puntuación respecto de la afirmación y al final su puntuación total, al sumar las puntuaciones obtenidas en relación con todas las afirmaciones (Baptista et al. 2014, p. 238-245).

Luego de la construcción de los instrumentos se realizó la validación, para su posterior aplicación. La validación fue realizada por profesores expertos en las áreas de química y pedagogía, con una amplia experiencia académica en el campo de la educación. Todo este proceso se realizó teniendo en cuenta el contexto social y académico en donde se llevó a cabo la investigación.

Una vez aplicados los instrumentos se recopiló la información suministrada por los estudiantes para su respectivo tratamiento y análisis, todo de acuerdo con el enfoque mixto planteado y con el fin de identificar las ideas previas, dificultades u obstáculos epistemológicos evidentes en la población estudiada.

Posteriormente, se efectuó la revisión bibliográfica de antecedentes investigativos sobre la enseñanza de los conceptos inmersos en la secuencia didáctica. Además, se tuvo en cuenta el entorno educativo seleccionado para su ejecución, su contexto y las necesidades socioculturales que emergen en el proceso de enseñanza y aprendizaje día a día. Después, se realizó la selección y categorización exhaustiva de los contenidos a considerar para la elaboración de cada una de las actividades propuestas en la secuencia didáctica se seleccionaron los contenidos a desarrollar.

Todo ello ajustado a los lineamientos curriculares, estándares básicos de competencias y derechos básicos de aprendizaje, establecidos por el Ministerio de Educación Nacional (MEN) en la enseñanza del área de ciencias naturales. En el currículo de los grados octavo y noveno de la educación básica secundaria en Colombia, y siguiendo a Jiménez-Aponte et al. (2015, p. 188), uno de los temas pertinentes para el estudiante contemporáneo es el que involucra los conceptos de ácidos y bases, porque posibilitan la explicación de fenómenos en la vida cotidiana.

De acuerdo con los lineamientos curriculares, estándares básicos de competencias y derechos básicos de aprendizaje, se seleccionaron los siguientes contenidos:

- Concepto de acidez y basicidad
- Teorías ácido – base
- Escala de pH
- Indicadores ácidos– base
- Importancia de los ácidos y bases en el cuerpo humano
- Relación de los conceptos ácido – base con el suelo y sus componentes

3.4.4 Fase III: Diseño y aplicación

Al tener los resultados en cada uno de los instrumentos, en la fase inicial de aplicación (Pre – test), se diseñaron las actividades que integraban la propuesta didáctica para la enseñanza de los conceptos seleccionados. La estrategia de enseñanza implementada fue la del aprendizaje activo, pues los estudiantes participaron en la comprensión de hechos, ideas y habilidades a través de la realización de tareas y actividades dirigidas

por el docente, quien los involucró directamente en el proceso de aprendizaje (Scott & Dunlap, 1995, p. 10-15).

La secuencia didáctica se aplicó durante 14 semanas con una intensidad semanal de 2 periodos de clase, teniendo en cuenta que cada una de estos tiene una duración efectiva de 60 minutos, de acuerdo con lo establecido en la directiva ministerial número 03 del MEN. Cada actividad de la secuencia cuenta con introducción, objetivos, una breve instrucción y los materiales que utilizaría el estudiante para desarrollarla.

La secuencia didáctica se distribuyó en tres fases de aplicación. Para el desarrollo de cada una se seleccionaron sustancias que tenían un mínimo riesgo químico y biológico en su manipulación, el cual se tuvo en cuenta para garantizar el éxito de las actividades. En las tablas 6, 7 y 8 se describen las actividades de cada una de estas.

Tabla 6. *Diseño guía de aprendizaje fase I*

Fase	Actividades	Contenidos a desarrollar	Tiempo estimado
I	El pH en la cotidianidad. Construyendo saberes. Experimentemos como Arrhenius. Jugando con las matemáticas. Evaluando mis aprendizajes.	Concepto de acidez y basicidad. Teorías ácido – base. Cálculos matemáticos en términos de pH y concentración de iones H^+ y OH^- .	10 horas

3.4.5 Descripción de las actividades desarrolladas durante la fase

I

El pH en la cotidianidad: se estableció un diálogo entre los saberes previos del estudiante y el lenguaje abstracto de la química. Esto se realizó para relacionar el diario vivir del estudiante y el aprendizaje de los conceptos asociados a pH a partir de la utilización de sustancias de uso cotidiano asequibles al estudiante.

Construyendo saberes: el objetivo era contrastar en los estudiantes la transición entre los saberes previos y el lenguaje científico, asociado a los conceptos de ácido y base en los dos momentos. Primero, se realizó de manera individual y luego grupal, en donde el estudiante expresaba actitudes y aptitudes frente a la construcción del conocimiento, capacidad de socialización y trabajo en equipo.

Experimentemos como Arrhenius: la idea era acercar al estudiante de manera práctica a los conceptos históricos y epistemológicos entorno a las teorías ácido – base, especialmente la planteada por Svante Arrhenius, quien formuló el primer concepto teórico para explicar el comportamiento de ácidos y bases en disoluciones acuosas.

Jugando con las matemáticas: la intención era conectar y articular el conocimiento disciplinar del estudiante en el campo de las matemáticas, para determinar el grado de acidez o basicidad de una sustancia de forma cuantitativa.

Evaluando mis aprendizajes: se le permitió al estudiante tener la oportunidad de retroalimentar y afianzar los aprendizajes adquiridos, así como evaluar el grado de aceptación y pertinencia de las actividades desarrolladas durante esta fase de la investigación.

Tabla 7. *Diseño guía de aprendizaje fase II*

Fase	Actividades	Contenidos a desarrollar	Tiempo estimado
II	Conozcamos el suelo de nuestra vereda. Describamos algunas propiedades del suelo. Construyamos nuestra huerta. Evaluando mis aprendizajes.	Relación de los conceptos Acido – base con el suelo y sus componentes	10 Horas

3.4.6 Descripción de las actividades desarrolladas durante la fase

II

Conozcamos el suelo de nuestra vereda: se trataba de describir de manera cualitativa las principales propiedades físicas de los suelos. Los estudiantes establecieron la relación entre las capas del suelo y la vida de los organismos que habitan en él; y explicaron cómo la presencia de materia orgánica y microorganismos en el suelo pueden afectar el pH y su incidencia en la práctica agrícola.

Describamos algunas propiedades del suelo: el estudiante pudo establecer la relación entre las propiedades fisicoquímicas de los suelos y sus componentes, a través de la experimentación, el trabajo en equipo, el planteamiento de hipótesis, las predicciones a nivel individual y grupal, y en la interacción con los miembros de su comunidad.

Construyamos nuestra huerta: Esta actividad le ofreció al estudiante un ambiente propicio para la construcción del conocimiento de manera práctica, dinámica y experimental, propio del aprendizaje activo. Así, el estudiante pudo asumir un rol protagónico e interiorizar aspectos de la actividad científica, y establecer la relación de los conceptos ácido–base con el suelo y sus componentes.

Evaluando mis aprendizajes: el estudiante tuvo la oportunidad de retroalimentar los aprendizajes adquiridos, afianzarlos y evaluar el grado de aceptación, de pertinencia, durante las etapas de desarrollo en la investigación.

Tabla 8. *Diseño guía de aprendizaje fase III*

Fase	Actividades	Contenidos a desarrollar	Tiempo estimado
III	Sustancias misteriosas. Midiendo el pH a nuestra huerta. Experimentando en familia.	Escala de pH. Indicadores Ácido – Base.	8 horas

3.4.7 Descripción de las actividades desarrolladas durante la fase

III

Sustancias misteriosas: En esta actividad, los estudiantes determinaron el grado de acidez y basicidad de compuestos de uso cotidiano de manera cualitativa, usaron el indicador universal, además, el tornasol, la fenolftaleína, la naranja de metilo y rojo de metilo. Estas últimas se dieron a conocer como “sustancias misteriosas”, para provocar en el estudiante el deseo de curiosar y experimentar; pero en general, lograron trabajar en equipo, plantear hipótesis o predicciones a nivel individual y grupal, y distinguir los aprendizajes significativos que surgieron para durar en el tiempo.

Midiendo el pH a nuestra huerta: cuando midieron el pH de su propia huerta los estudiantes determinaron el grado de acidez o basicidad de manera cualitativa y cuantitativa en cada uno de los surcos sobre los cuales se sembró frijol y maíz, en el desarrollo de la fase II. Los surcos se acondicionaron antes de la siembra bajo las siguientes condiciones:

- Surco 1: suelo en condiciones naturales
- Surco 2: suelo + boñiga de vaca + residuos de cocina
- Surco 3: suelo + cal dolomita + ceniza
- Surco 4: suelo + urea + cal dolomita

Experimentando en familia: en esta actividad, los estudiantes compartieron y experimentaron en familia los saberes construidos en el proceso de enseñanza y aprendizaje, involucraron a padres de familia y demás miembros de la comunidad. Se convirtieron en un mediadores entre el saber popular y el saber disciplinar; implementaron un lenguaje con el cual accedieron al conocimiento, respondieron a las necesidades de su entorno; y suministraron una herramienta útil y sencilla de aplicar en el campo, dadas las necesidades agrícolas de su comunidad y su contextualización en el campo sobre el saber científico para medir el pH.

Según Ruiz (2007), este tipo de actividades permiten en el estudiante la apropiación de conceptos científicos que implican razonamiento, argumentación, experimentación y otros procesos requeridos en la actividad científica y la comprensión de fenómenos reales, propios de su realidad (p. 53).

3.4.8 Fase IV: análisis e interpretación de resultados

Finalizada la aplicación de la propuesta didáctica, se aplicaron los instrumentos de la fase final (Post – Test): el instrumento tipo cuestionario con preguntas abiertas, el instrumento tipo cuestionario con preguntas cerradas (opción múltiple con única respuesta) y el instrumento de actitudes (Escala Likert).

Para el cuestionario de preguntas abiertas se utilizaron las mismas preguntas presentadas en el instrumento de ideas previas, se aplicó con la finalidad de evidenciar cambios conceptuales a partir de la aplicación de la secuencia didáctica.

El cuestionario de preguntas cerradas (opción múltiple con única respuesta) se construyó con un total de 16 preguntas de selección múltiple con única respuesta; se hizo para medir los saberes relacionados en los conceptos de acidez y basicidad, escala de pH, importancia de los ácidos y bases en el cuerpo humano así como también su incidencia en el campo agrícola. El instrumento permitió evaluar el efecto de la estrategia a partir de los nuevos saberes adquiridos, su capacidad de asimilar conceptos de mayor elaboración y su reproducción en el contexto sociocultural de los estudiantes.

Parte de las preguntas implementadas para el cuestionario fueron tomadas del pre test (preguntas 1, 2, 3, 9, 10, 11, 12 y 13) y se incluyeron otras nuevas por parte del investigador, a partir de la revisión bibliográfica de los contenidos y de preguntas aplicadas en pruebas saber 9º y 11º entre los años 2012 y 2016 (Preguntas 4, 5, 6, 7, 8, 14, 15 y 16). En la tabla 9 se describen las características del cuestionario.

Tabla 9. Caracterización de los ítems del cuestionario post – test

TEMÁTICA A DIAGNOSTICAR	PREGUNTAS RELACIONADAS CON LA TEMÁTICA	INTENCIONALIDAD DE LAS PREGUNTAS
Concepto de Acidez y Basicidad	1, 2 y 3	El estudiante comprende el concepto de Acidez y Basicidad como propiedad química de las sustancias.
Teorías Ácido – Base	4 y 5	El Estudiante compara algunas teorías (Arrhenius, Brönsted – Lowry y Lewis) que explican el comportamiento químico de los ácidos y las bases para interpretar las propiedades ácidas o básicas de algunos compuestos.
Indicadores Ácido – Base	6 y 7	El estudiante de manera deductiva e hipotética, a través de un diseño experimental, determina el grado de acidez y basicidad de una sustancia de manera cualitativa y cuantitativa.
Escala pH	8, 15 y 16	El estudiante determina la acidez y la basicidad de compuestos dados, de manera cualitativa (colorimetría) y cuantitativa (escala de pH - pOH).
Relación de los conceptos Ácido – Base con el suelo y sus componentes	9,10,11,12,13 y 14	El estudiante a partir de la interpretación de fenómenos propios de su práctica agrícola establece relación con los conceptos de acidez y basicidad, y su implicación en la práctica agrícola. También involucra su motivación como

		factor de interés por el aprendizaje y la comprensión de los conceptos fuera del aula.
--	--	--

El instrumento de actitudes (Escala Likert), se diseñó con un total de 10 afirmaciones, donde se le solicitó al estudiante su opinión y elección sobre uno de los cinco puntos o categorías de la escala. Éste fue adaptado y aplicado con la finalidad de medir transversalmente, y de forma cualitativa, conductas, actitudes e intereses de los estudiantes a partir de la implementación de la secuencia didáctica; además de los diversos factores que inciden en los procesos de enseñanza y aprendizaje. En la tabla 10 se presentan los ítems establecidos en el instrumento de actitudes tipo Likert.

Tabla 10. *Caracterización de los ítems del cuestionario tipo Likert (post – test).*

Categoría	ITEMS
Importancia y relevancia de las actividades en el contexto.	2, 3, y 9
Trabajo experimental en la secuencia didáctica.	7 y 10
Trabajo con la comunidad.	5
Actitud frente a las actividades.	4
Didáctica y metodología en la aplicación de la secuencia didáctica.	1 y 6
Participación del estudiante en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la química.	8

4. Análisis y discusión de resultados

En este capítulo, se presentan los resultados obtenidos y su respectivo análisis a partir de la aplicación de los instrumentos diseñados para la recolección de los datos cualitativos y cuantitativos en sus dos etapas, pre y post test.

4.1 Resultados del cuestionario de preguntas abiertas (pre – test)

El análisis de los resultados, obtenidos en la aplicación del pre test de preguntas abiertas, se basó en la metodología de Baptista et al. (2014, p. 231 - 233) para la respectiva codificación. En él se seleccionaron cinco categorías o patrones de respuesta creadas desde los contenidos temáticos enunciados en cada uno de los interrogantes y, las frecuencias, a partir de las respuestas emitidas por los estudiantes, como se presentan en la tabla 11.

Tabla 11. *Resultados preguntas abiertas (pre – test)*

Pregunta	Código	Categorías (patrones o respuestas con mayor frecuencia de mención)	Frecuencia de mención
1	1	Concepto ácido – base.	0
	2	Medición de acidez – basicidad.	3
2	3	Propiedades físicas del suelo.	10
	4	Propiedades químicas del suelo.	3
3	5	Adaptabilidad del suelo a las necesidades del cultivo.	11

Resultados del pre- test (Fuente: Adaptada de Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).

Con las respuestas emitidas por los estudiantes en el instrumento de preguntas abiertas, durante el pre test, se realizó un análisis por cada pregunta y su respectiva categoría; las observaciones se describen a continuación:

4.1.1 Pregunta 1

La disponibilidad de elementos químicos esenciales en los suelos está estrechamente ligada con su grado de acidez o basicidad. Determinando así la presencia de Hierro, Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Azufre y Calcio, elementos que son importantes en la nutrición vegetal. Con sus propias palabras defina: ¿Qué es un ácido? ¿Qué es una base? ¿Cómo calcularía usted que tan ácido o básico es el suelo de su finca?

En la categoría 1, a partir de la frecuencia obtenida se evidenció de forma clara que ninguno de los estudiantes definió los conceptos de ácido y base de acuerdo con sus propiedades fisicoquímicas. La aproximación al concepto de ácido para la mayoría de los estudiantes estuvo asociada a características percibidas por el sentido del gusto, como el sabor ácido y dulce, aunque un grupo más reducido de estudiantes asoció el concepto ácido a productos como el limón. Por tanto, se dio la confusión en la apreciación porque los receptores sensoriales de dichos sabores son distintos.

Por otra parte, los estudiantes asociaron el concepto de base como aquella superficie sobre la cual se edifica una estructura, que da solidez y firmeza en el tiempo. Un conocimiento más aproximado a las matemáticas, y muy distante del concepto químico.

En la categoría 2, solo 3 estudiantes establecieron como método para medir la acidez y basicidad en un suelo la toma de muestras, las cuales se analizaban después en un laboratorio especializado. Los demás estudiantes demostraron un total desconocimiento en la medición del grado de acidez y basicidad, a partir del uso de indicadores de índole cualitativo y cuantitativo.

4.1.2 Pregunta 2

El resultado de una buena cosecha depende en gran parte de la relación entre las características del suelo y la preparación apropiada del terreno ¿Qué propiedades del suelo tiene usted en cuenta al momento de cultivar? ¿Conoce un método en especial que pueda ayudarle en la identificación de dichas propiedades?

En la categoría 3, se observó que la mayoría de los estudiantes tiene un concepto claro de las propiedades físicas del suelo, pero expresadas en un lenguaje cotidiano. Las expresiones más comunes en las respuestas de los estudiantes fueron: “gredosa”, para describir textura, “encharcado”, para describir exceso de agua y, “tierra negra y sueltica”, para describir coloración y estructura granular.

Entonces, a partir de lo anterior, se concluyó que las propiedades físicas más destacadas por los estudiantes en un suelo son textura, color y permeabilidad, con un total de 10 menciones de 17 posibles.

En la categoría 4, solo 3 estudiantes asociaron la presencia de materia orgánica como propiedad química y su relación con la fertilidad de los suelos, más todavía con la productividad de un cultivo. Los estudiantes no involucraron en sus respuestas el concepto pH como propiedad que determina el grado de acidez o basicidad en un suelo, o lo que favorece la disponibilidad de nutrientes para las plantas.

4.1.3 Pregunta 3

De acuerdo con estudios realizados, la acidez de los suelos en el departamento del Huila se acentúa hacia la zona sur y disminuye hacia el norte, donde algunos suelos son alcalinos o ligeramente neutros. ¿Qué acciones o medidas aplica usted para preparar el suelo antes de la siembra?

En la categoría 5, se obtuvo la mayor frecuencia en las respuestas de los estudiantes, coincidió la aplicación de técnicas convencionales para acondicionar el suelo, previo a la siembra, tales como rozar, quemar, aplicar fertilizantes químicos y materia orgánica, además de la implementación del encalado como agente desinfectante. En esta última, vale destacar que los estudiantes desconocían el efecto químico de la cal, como

sustancia que contribuye a disminuir la acidez en los suelos. Este juicio emitido por los estudiantes se da porque no distinguían los diferentes tipos de sustancias derivadas de los óxidos e hidróxidos de calcio y magnesio para su aplicación a nivel agrícola.

4.2 Obstáculos epistemológicos identificados en el instrumento de preguntas abiertas

A continuación, se describen los obstáculos epistemológicos identificados en los estudiantes y su posible origen, a partir del análisis del cuestionario de preguntas abiertas, teniendo en cuenta el aprendizaje de los conceptos de acidez y pH (Bachelard, 2000, p. 27-198; De Andrade & Ferrari, 2000, p. 185-186).

4.2.1 La experiencia básica

Este tipo de obstáculo se relaciona con las ideas previas del estudiante, elaboradas de manera individual y producto de su interacción con el entorno, porque explicaban conceptos o fenómenos en un lenguaje no compatible con el conocimiento científico. Por ejemplo, ante el interrogante ¿qué es un ácido? y ¿qué es una base?, las ideas previas asociadas con el concepto ácido y base utilizadas por los estudiantes, para emitir sus respuestas, fueron: algo fuerte como el limón, una sustancia que es agria, algo picante y, algo que sostiene, respectivamente.

Las respuestas relacionadas al concepto ácido fueron producto de percepciones sensoriales mediante el sentido del gusto, y el concepto base, asociado a una dimensión espacial del mundo que los rodea.

4.2.2 Obstáculo verbal

El estudiante empleó una palabra para referirse a una cosa o construyó un determinado concepto, de manera metafórica o usando el lenguaje en sentido figurado, esto es, distante del concepto real; lo hizo cuando definió las propiedades químicas y físicas en un suelo. Por ejemplo, en el instrumento los estudiantes han empleado las palabras gredosa y sueltica para referirse a la textura del suelo, la palabra encharcado para describir la permeabilidad y la palabra negra para hacer alusión a la presencia de materia orgánica.

4.2.3 El conocimiento unitario y pragmático

El estudiante redujo su visión generalizada a una simple referencia, con la cual explicó un determinado fenómeno de manera sintética y pragmática, dándole una razón y utilidad. Así, en las preguntas 2 y 3 se evidenciaron las siguientes expresiones: *“le echaría cal para matar la infección”*, *“quemar, echar cal y luego se siembra”* y *“caliarlo para matar el hongo del suelo”*; así resumió el estudiante las acciones o medidas adecuadas que se utilizaban para preparar el suelo antes de la siembra.

En conclusión, no existía una conexión entre el saber popular o empírico del estudiante, desde su práctica agrícola, con el conocimiento disciplinar de la química; lo cual se manifestó en los razonamientos particulares dados sobre fenómeno; se consultó en cada uno de los interrogantes y se evidenció en el grado de elaboración de las respuestas. Las intuiciones estuvieron alejadas del concepto explorado, fueron expresadas en un lenguaje informal y sintetizado en modismos, o en oraciones, carentes de organización y estructuración.

La descripción anterior, se explica desde los presupuestos de Adúriz & Galagovsky (1998) y, por tanto, es posible que esa dificultad se presente porque no se hace énfasis en el uso del lenguaje, como mediador didáctico en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Pues la relación entre docente, estudiantes y contenidos está limitada estrictamente a prácticas didácticas no lingüísticas (p. 317 – 319).

Finalmente, los resultados obtenidos evidenciaron la necesidad de contextualizar y dar sentido a los contenidos impartidos en el aula, en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la química; pues el estudiante debe acceder al conocimiento científico desde sus necesidades socioculturales, a través de la explicación de fenómenos asociados a los conceptos de acidez y pH.

4.3 Análisis cuantitativo descriptivo pre – test de preguntas cerradas

En la tabla 12, se presenta el consolidado de los datos obtenidos en la aplicación del instrumento tipo cuestionario, con preguntas de selección múltiple y única respuesta. Se presenta la valoración de cada una de las opciones de respuesta seleccionada por los estudiantes en cada uno de los ítems, el número de estudiantes que han elegido la opción correcta y, también, el total de estudiantes que han respondido de forma incorrecta a cada una de las preguntas.

Tabla 12. Resultados obtenidos pre – test

PREGUNTA	PORCENTAJE DE CADA RESPUESTA (%)				RESPUESTA CORRECTA	NUMERO CORRECTAS	NUMERO INCORRECTAS
	A	B	C	D			
1	24	41	29	6	C	5	12
2	47	0	35	18	A	8	9
3	18	47	12	23	D	4	13
4	29	0	41	30	C	7	10
5	6	29	59	6	B	5	12
6	12	17	59	12	C	10	7
7	88	0	6	6	A	15	2
8	35	53	12	0	B	9	8
9	35	18	12	35	A	6	11
10	23	41	18	18	C	3	14
11	42	12	23	23	A	7	10
12	65	17	12	6	C	2	15
13	12	6	64	18	B	1	16

En el siguiente apartado, se presenta el análisis de cada uno de los ítems del cuestionario, para evaluar las ideas previas que tenían los estudiantes acerca de los conceptos de acidez y pH, y los posibles obstáculos conceptuales que interfirieron en la apropiación de los conceptos.

<p align="center">Responda las preguntas 1 a la 4 a partir de la siguiente información</p> <p>El pH es una medida de la acidez o basicidad de una solución. El pH es la concentración de iones o cationes hidrogeno [H⁺] presentes en determinada sustancia. La sigla significa "potencial de hidrogeno". La escala de pH se establece en una recta numérica que va desde el 0 hasta el 14. El número 7 corresponde a las soluciones neutras. El sector izquierdo de la recta numérica indica acidez, que va aumentando en cuando más lejos se está del 7. Por ejemplo, una solución que tiene el pH 1 es más ácida o más fuerte que aquella que tiene un pH 6.</p> <p>De la misma manera, hacia la derecha del 7 las soluciones son básicas o alcalinas y son más fuertes o más básicas cuanto más se alejan del 7. Por ejemplo, una base que tenga pH 14 es más fuerte que una que tenga pH 8.</p> <p>Lo anterior se puede representar en el siguiente gráfico:</p> <div align="center"> <p align="center">ESCALA DE PH PARA LA MEDIDA DE LA ACIDEZ-ALCALINIDAD</p> </div> <p>P1. De acuerdo con la gráfica, al adicionar bicarbonato sódico a la leche lo más probable es que:</p>	<p>A. Disminuya la alcalinidad y el pH aumente.</p> <p>B. Aumenten la acidez y el pH.</p> <p>C. El pH aumente y disminuya la acidez.</p> <p>D. Disminuyan la alcalinidad y el pH.</p>
--	--

La respuesta correcta en la pregunta 1 era la opción C. Los estudiantes que seleccionaron las opciones A, B o D, no comprenden en términos macroscópicos lo pertinente al concepto de neutralización entre ácidos y bases; manifiestan dificultad para interpretar la variación del carácter ácido o básico de una sustancia utilizando la escala de pH.

<p>P2. Para neutralizar el pH del ácido de los jugos gástricos, se debe adicionar:</p>	<p>A. Bicarbonato de sodio</p> <p>B. Vinagre</p> <p>C. Jugo de limón</p> <p>D. Amoníaco</p>
--	--

En la pregunta 2, la respuesta pertinente era la opción A. Quienes seleccionaron la opción C no establecieron relación entre el pH de una solución y su incidencia en el equilibrio ácido y base en sistemas biológicos; desconocieron el efecto neutralizador de las sustancias. Los que seleccionaron la opción D reconocieron el efecto neutralizador, ocasionado por la ingesta de una sustancia nociva, pero desconocieron la consecuencia adversa en el cuerpo humano.

<p>P3. De la gráfica se puede concluir que:</p>	<p>A. Las sustancias alcalinas tienen un pH neutro.</p> <p>B. Los detergentes se pueden neutralizar con amoníaco.</p> <p>C. El limón es más ácido que el HCl.</p> <p>D. En general los alimentos tienen un pH ácido.</p>
---	---

En el tercer interrogante la respuesta acertada era la opción D. Los jóvenes que seleccionaron la opción A, no tuvieron suficiente claridad al momento de clasificar sustancias de uso cotidiano como ácidas ($\text{pH} < 7$) o básicas ($\text{pH} > 7$). Entre tanto, quienes seleccionaron la opción C interpretaron de manera errónea el grado de acidez o alcalinidad de una solución, de acuerdo con el valor numérico representado en la escala de pH, además concluyeron que, a menor valor de pH, mayor sería su acidez.

<p>P4. Una sustancia "A" tiene un pH 12, otra sustancia "B" tiene pH 7 y una sustancia "C" presenta un pH 2, es correcto afirmar que:</p>	<p>A. La sustancia "A" es ácida y la sustancia "B" es neutra.</p> <p>B. Las sustancias "A" y "C" son ácidas.</p> <p>C. La sustancia "C" es ácida y la sustancia "A" es básica o alcalina.</p> <p>D. La sustancia "B" es neutra y las sustancias "A" y "C" son ácidas.</p>
---	--

En la pregunta 4, la respuesta adecuada era la opción C. Los que seleccionaron las opciones A, B o D, demostraron la dificultad expuesta en la pregunta anterior. Es decir que no tuvieron la suficiente claridad al momento de clasificar sustancias de uso cotidiano como ácidas ($\text{pH} < 7$) o básicas ($\text{pH} > 7$), de acuerdo con el valor numérico representado en la escala de pH.

<p style="text-align: center;">Responda la pregunta 5 y 6 a partir del siguiente enunciado</p> <p>En clase de Química, el docente ha diseñado una práctica de laboratorio con la finalidad de dar a conocer y demostrar con sus estudiantes lo pertinente a indicadores de pH naturales. Para ello emplea 3 sustancias de uso cotidiano y reduciendo posibles riesgos con su contacto tales como: son vinagre, agua y una solución de bicarbonato de sodio. Ya en el laboratorio, el docente procede a organizar a sus estudiantes en grupos de 3 integrantes y a cada uno le asigna la sustancia correspondiente y una hoja de repollo morado de la siguiente manera:</p> <p>Grupo A: Vinagre + Hoja de repollo Grupo B: Solución de Bicarbonato de Sodio + Hoja de repollo Grupo C: Agua + Hoja de repollo</p> <p>P5. Ante los resultados de la práctica, los estudiantes pueden predecir que:</p>	<p>A. Al sumergir la hoja del repollo en la muestra de agua, posiblemente cambiará de color morado a verde.</p> <p>B. Al sumergir la hoja de repollo en la muestra de vinagre, posiblemente cambiará de color morado a rosado.</p> <p>C. Al sumergir la hoja de repollo en cualquiera de las 3 sustancias, posiblemente no ocurra un cambio de coloración.</p> <p>D. Al sumergir la hoja de repollo en la solución de bicarbonato de sodio, posiblemente cambiará de color morado a color azul.</p>
---	--

En la pregunta número 5, la respuesta correcta era la opción B. Quienes seleccionaron las opciones A, C o D, presentaron dificultades con el manejo de indicadores ácido y base como método experimental para determinar cualitativamente el grado de acidez o basicidad de una disolución; ello de acuerdo a un intervalo de viraje según la naturaleza del indicador empleado, manifiesto en un cambio de coloración.

<p>P6. De acuerdo con los resultados obtenidos en la práctica, los estudiantes pueden concluir que:</p>	<p>A. El repollo no muestra ningún cambio de coloración ante sustancias de pH ácido.</p> <p>B. El repollo no muestra ningún cambio de coloración ante las sustancias de pH básico</p> <p>C. El cambio de coloración del repollo depende exclusivamente de la naturaleza química de la sustancia con la cual se realice la prueba.</p> <p>D. El repollo no puede ser empleado para la medición del pH</p>
---	---

En la pregunta 6, la respuesta correcta era la C. Los estudiantes que seleccionaron las opciones A, B o D, no comprendieron los cambios de coloración en un indicador ácido y base, teniendo en cuenta la naturaleza química de la sustancia con la cual se realizó la prueba. Además, se presume que los estudiantes no tuvieron la suficiente capacidad de realizar comparaciones, dado el viraje de cada sustancia a distintos valores de pH, tampoco de sacar conclusiones.

<p>P7. Para controlar la acidez estomacal en un paciente con problemas de gastritis, el médico acostumbra a recetar leche de magnesia, que contiene como principal componente químico hidróxido de magnesio $Mg(OH)_2$ una sustancia líquida de color blanco con pH básico o alcalino que debe ser suministrada por vía oral antes de cada comida. La acción de esta sustancia en el estómago será:</p>	<p>A. Reducir la acidez estomacal.</p> <p>B. Aumentar la acidez estomacal.</p> <p>C. Aumentar la basicidad o alcalinidad estomacal.</p> <p>D. Que permanezca constante el pH estomacal.</p>
--	--

La respuesta para el interrogante 7 la respuesta correcta era la opción A. Los que seleccionaron las opciones C o D no relacionaron el efecto ocasionado por una sustancia de carácter básico como el hidróxido de magnesio, en la disminución de la acidez estomacal, producto de una reacción de neutralización en el estómago.

<p>P8. El pH del cuerpo humano es ligeramente básico o alcalino, su valor oscila entre 7,35 y 7,45 lo cual permite un correcto funcionamiento de células, órganos y tejidos. El equilibrio del pH se mantiene gracias a los buenos hábitos alimenticios y dietas ricas en frutas y verduras. Si una persona a diario consume en exceso alimentos cuyo pH es ácido tal como las bebidas gaseosas, la leche y el café, con el paso del tiempo lo más posible es que:</p>	<p>A. El pH del cuerpo esté en un valor mayor a 7 produciendo alcalosis.</p> <p>B. El pH del cuerpo esté en un valor menor a 7 produciendo acidosis.</p> <p>C. El pH no altere el funcionamiento del organismo.</p> <p>D. El pH del cuerpo permanezca estable.</p>
--	---

Para el enunciado número 8, la respuesta correcta era la opción B. Quienes seleccionaron la opción C no contextualizaron la importancia del pH en el cuerpo humano y su regulación, esto es, desconocieron el correcto funcionamiento en células, órganos y tejidos; también ignoraron los efectos adversos que ocasionan en el organismo cuando la alimentación es poco saludable. Los estudiantes que seleccionaron la opción A no tienen claro el concepto de reacciones de neutralización entre sustancias de carácter ácido y básico en el cuerpo humano.

<p>P9. En el sector rural la ceniza se obtiene a partir de la quema de leña y carbón vegetal en fogones o estufas artesanales, utilizadas para la preparación de los alimentos, ante la imposibilidad de contar con el servicio de gas domiciliario. La ceniza es fácil de manejar y aplicar, tanto en huertos como en jardines, para proteger las plantas del ataque de plagas y enfermedades generando una reacción con el suelo, pues la ceniza presenta un pH alcalino o básico. Por tanto, si se aplicara sobre un suelo ácido, el pH de este:</p>	<p>A. Aumenta, volviéndose este menos ácido.</p> <p>B. Permanece neutro, por lo tanto, no causa ninguna alteración al suelo.</p> <p>C. Aumenta, volviéndose aún más básico.</p> <p>D. Aumenta, volviéndose aún más ácido.</p>
---	--

La opción A era la respuesta acertada. Los estudiantes que seleccionaron la B no relacionan las propiedades químicas de la ceniza y su efecto regulador sobre el pH en los suelos. Los que seleccionaron las opciones C o D consideraron que sí existe un efecto de una sustancia básica o alcalina como la ceniza, pero no establecieron la relación entre el pH de la sustancia y las propiedades del suelo, necesarias para optimizar los suelos de uso agrícola.

<p>P10. Se considera que un suelo es cultivable si su pH oscila entre 4,8 y 8,0. Es así como la alfalfa, espárragos, lechuga, espinaca y la coliflor se deben cultivar en suelos ligeramente alcalinos, neutros o ligeramente ácidos. En cambio, cultivos como el trigo, maíz, soya, frijol y tomate se deben cultivar preferiblemente en suelos ácidos. Por tanto, es correcto afirmar que un pH:</p>	<p>A. 8.0 es ideal para cultivar tomates.</p> <p>B. 4.5 es recomendable para cultivar coliflor.</p> <p>C. Cercano a 5.0 son ideales para cultivar maíz.</p> <p>D. 7.5 se recomienda cultivar trigo, maíz y soya.</p>
--	---

La respuesta era la opción C. Quienes seleccionaron las opciones A, B o D, no establecieron relación entre la escala de pH y la información suministrada en el enunciado de la pregunta, por tanto, el estudiante no logró distinguir entre un pH ácido, básico y neutro con sus respectivos rangos. También desconocieron la tolerancia que tienen algunas especies de plantas al adaptarse a diferentes condiciones de pH y a la rigurosa selectividad de otras, que requieren un pH específico para su óptimo desarrollo y crecimiento.

<p>P11. Los suelos óptimos para el cultivo de café presentan un pH entre 5.0 y 5.5, por lo cual al cafetero no le convienen suelos con valores de pH diferentes a 5.0 o superiores a 5.5 pues se dificulta la nutrición del cultivo. Si a este cultivo se le aplica una sustancia X con la intención de controlar algún tipo de plaga, y además aumentar su acidez, entonces:</p>	<p>A. El pH de la sustancia X es ácido. B. La sustancia X tiene un pH básico. C. La sustancia X debe ser agua. D. Al aplicar la sustancia X aumentaría la concentración de iones hidroxilo [OH].</p>
---	--

En la pregunta 11, la respuesta era la opción A. Los estudiantes que seleccionaron las opciones B, C y D, no tuvieron en cuenta las propiedades de los plaguicidas. Tampoco el impacto causado por estas sustancias sobre el pH del suelo en su interacción, además, no comprendieron que, aunque eran aplicados con el fin de controlar plagas, o mejorar rendimientos a nivel de producción, debía analizarse su efecto negativo.

<p>P12. Una práctica muy común en el ámbito agrícola es la utilización de la cal mediante una técnica denominada encalado, con la intencionalidad de disminuir la acidez de los suelos previo a la siembra de un determinado cultivo; para mejorar las propiedades del suelo y la disponibilidad de nutrientes para la planta. Aunque vale resaltar que su uso excesivo es muy peligroso y puede tener resultados negativos en las prácticas agrícolas. Teniendo en cuenta el texto, y de acuerdo con el efecto que causa la cal en el suelo, se puede afirmar que el pH de esta sustancia es:</p>	<p>A. Ácido B. Neutro C. Básico D. No tiene pH</p>
--	--

En este apartado, la respuesta era la opción C. Los alumnos que seleccionaron las opciones A, B o D, reconocieron en la cal un efecto fertilizante y desinfectante sobre los suelos, a partir de razonamientos propios de su experiencia en el campo agrícola; no obstante, desconocieron su composición química y su aplicación como sustancia empleada en el acondicionamiento de suelos ácidos, previo a la siembra y para la mejora de las propiedades del suelo y la disponibilidad de nutrientes para la planta.

<p>P13. En las prácticas agrícolas tradicionales el estiércol animal (materia orgánica) es utilizado como abono con la finalidad de acondicionar y aportar nutrientes al suelo, regular gradualmente su pH y, de igual forma, mejorar la actividad microbiológica del mismo modificando sus características. Cuando la materia orgánica se descompone las bacterias y otros microorganismos se alimentan de ella generando nuevos productos de carácter ácido en el proceso, ocasionando:</p>	<p>A. Disminución de la disponibilidad de nutrientes en el suelo.</p> <p>B. Disminución del pH en el suelo, haciéndolo más ácido.</p> <p>C. Aumento en el pH en el suelo, haciendo de este un medio básico o alcalino.</p> <p>D. Aumento en la disponibilidad de agua en el suelo.</p>
---	---

Aquí la opción B era la correcta. Quienes seleccionaron la opción C no establecieron relación entre el concepto pH y el suelo. Los que seleccionaron las opciones A o D, no conocieron el proceso biológico de acidificación en suelos a partir de la descomposición de la materia orgánica, por acción de microorganismos; con lo que se acondicionaban y aportaban nutrientes que, luego, generarían nuevos productos de carácter ácido sobre los suelos.

Con este análisis, realizado en cada pregunta y su respuesta, se observaron y estudiaron las posibles dificultades que padecen los estudiantes en su saber; es decir, los obstáculos epistemológicos que, consultados y sustentados desde una revisión bibliográfica, permitieron determinar sus probables orígenes.

A continuación, y en concordancia con los siguientes autores se describen los obstáculos epistemológicos identificados en los estudiantes a partir del análisis del cuestionario de preguntas cerradas, los cuales dificultaron el aprendizaje de los conceptos de acidez y pH:

1. Los estudiantes hacen declaraciones descriptivas desde un enfoque corpuscular para ácidos y bases (Kind, 2004, p. 89-95).
2. Falta de conceptualización a nivel macroscópico y microscópico sobre el comportamiento de ácidos y bases, y también de sus propiedades (Furió Más, Calatayud, & Bárcenas, 2007, p. 51-55).
3. Los estudiantes involucran, en la conversación coloquial, términos del ámbito científico con diferentes significados (Alvarado Zamorano, Cañada, Garritz, & Mellado, 2013, p. 109).
4. La mayoría de los estudiantes identifica la acidez de una sustancia por su sentido del gusto, desde lo sensorial e intuitivo, porque parte de su experiencia (Wen Ling & Mei Hung, 2010, p. 1619-1620).

5. Los estudiantes presentan dificultad para comprender la relación inversa entre pH y el grado de acidez de una sustancia (Alvarado et al. 2013, p. 109).
6. Los estudiantes no establecen relación entre el concepto neutralización y pH (Jiménez - Liso, De Manuel, & Salinas, 2002, p. 93 - 94).
7. Para los estudiantes la combinación de sustancias acidas con sustancias básicas, posiblemente no produce ningún tipo de reacción química entre sí (De Manuel, González, Jiménez Liso, & Salinas, 2000, p. 452).
8. El uso frecuente de actividades basadas en algoritmos que no buscan la comprensión de los conceptos o procesos sino su aplicación mecánica (Caamaño & Oñorbe, 2004, p. 75).

4.4 Análisis cuantitativo pre - test

La tabla número 13, presenta los resultados categorizados, por pregunta y por estudiante, para facilitar su análisis, su respectivo número de aciertos y desaciertos, expresados también con sus porcentajes respectivos. A cada estudiante se le asignó un código de identificación que va del número 1 al 17.

Para codificar cada una de las respuestas seleccionadas por cada estudiante en el instrumento se asignaron dos códigos; cero (0) para indicar si la respuesta ha sido incorrecta y uno (1) para indicar si la respuesta ha sido correcta.

Tabla 13. *Resultados pre – test por pregunta y por estudiante*

PREGUNTAS	ESTUDIANTES																	CORRECTAS	%	INCORRECTAS	%
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17				
1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	5	29	12	71
2	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	8	47	9	53
3	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	4	23	13	77
4	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	7	41	10	59
5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	5	29	12	71
6	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	10	59	7	41
7	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	15	88	2	12
8	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	9	53	8	47
9	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	6	35	11	65
10	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	18	14	82
11	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	7	42	10	58
12	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	12	15	88
13	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6	16	94
CORRECTAS	8	3	9	3	5	2	5	3	8	2	5	5	7	3	7	5	6				
%	62	23	69	23	38	15	38	23	61	15	38	38	34	23	54	38	46				
INCORRECTAS	5	10	4	10	8	11	8	10	5	10	8	8	6	10	6	8	7				
%	38	77	31	77	62	85	62	77	39	85	62	62	46	77	46	62	54				

Codificación de las respuestas seleccionadas en el pre- test (Fuente: Elaboración propia).

A continuación, se presenta un análisis de los resultados obtenidos en la tabla 13, agrupados por ejes temáticos:

4.4.1 Preguntas 1 y 3: concepto de acidez y basicidad

En la primera pregunta el 29% de los estudiantes seleccionaron de forma correcta la opción C, y un 71% respondió de forma incorrecta. En la número 3, el 23% de los estudiantes respondieron de forma acertada la opción D y un 77% de los estudiantes se equivocaron. Así que, se evidenció que la mayoría de los estudiantes no comprendieron

el concepto de acidez y basicidad, como propiedad química de las sustancias para distinguir y clasificar sustancias de uso cotidiano en ácidas y básicas.

4.4.2 Preguntas 2 y 4: escala de pH

En el segundo interrogante el 47% de los estudiantes acertaron y escogieron la opción A, y un 53% no lo hizo. En la número 4, el 41% de los estudiantes atinaron con la opción C y un 59% de los estudiantes no lo hizo. Con base en lo anterior, se concluyó que los estudiantes no percibieron la variación del carácter ácido o básico de una determinada sustancia dentro de un rango de valores; tampoco lograron comparar y clasificar sustancias de uso cotidiano como ácidas a aquellas cuyo pH es menor a 7, ni como básicas a las que poseen un pH mayor a 7.

4.4.3 Preguntas 5 y 6: indicadores de pH

En la pregunta cinco, el 29% respondió de forma correcta la opción B, y el 71% de los estudiantes no lo hizo. En la número 6, el 59% de los estudiantes respondió de forma apropiada la opción C y un 41% no fue apropiado. Así que, quienes respondieron de forma errada no pudieron verificar el grado de acidez y basicidad de una sustancia, de manera cualitativa y cuantitativa, y a partir de la utilización de indicadores; no establecieron comparaciones analizando el viraje de cada sustancia a distintos valores de pH, ni sacaron conclusiones al respecto.

4.4.4 Preguntas 7 y 8: importancia de los ácidos y bases en el cuerpo humano

En la pregunta siete, el 88% de los estudiantes respondió de forma correcta la opción A y un 12% de forma incorrecta. En la número 8, el 53% acertó en la opción B y un 47% no acertó. Se observó entonces, que en las preguntas 7 y 8 los estudiantes presentaron el mayor número de aciertos durante el pre - test, superaron el 50% en cada uno de los casos. De ahí se infiere que a partir de fenómenos propios del cuerpo humano explicaron la función de los ácidos y las bases en los procesos propios de los seres vivos, y su importancia en la homeostasis.

4.4.5 Preguntas 9, 10, 11, 12 y 13: relación de los conceptos ácido-base con el suelo y sus componentes

En la pregunta nueve el 35% de los estudiantes respondieron de forma correcta la opción A y un 65% de los estudiantes no lo hizo.

En la número diez, el 18% de los estudiantes respondieron de forma acertadamente la opción C y un 82% se equivocó.

En la pregunta once, el 42% de los alumnos acertó en la opción A y un 58% no lo logró.

En el número doce, el 12% atinaron con la opción C y un 88% de los estudiantes erró.

En la pregunta trece, el 6% de los estudiantes respondieron de forma correcta la opción B y un 94% incorrectamente.

En este eje temático, se estableció que la distancia entre el saber disciplinar de la química y el saber cotidiano de los estudiantes es lo que les impide interpretar de forma correcta fenómenos propios de su realidad; y que no saben identificar relaciones válidas y significativas entre los conceptos de acidez y basicidad, ni su incidencia en el contexto agrícola. Esta dificultad, que distancia el saber disciplinar del cotidiano, podría darse porque no se afianzan ni profundizan los conceptos en su proceso de enseñanza y aprendizaje en el transcurrir del nivel de básica secundaria.

Con base en los resultados obtenidos se seleccionaron los contenidos para la secuencia didáctica:

- Concepto de acidez y basicidad
- Teorías ácido – base
- Escala de pH
- Indicadores ácidos– base
- Relación de los conceptos ácido – base con el suelo y sus componentes

4.5 Análisis de los estudiantes a partir de la aplicación del pre-test

En la tabla número 14 se presentan los resultados resumidos, obtenidos a partir de la aplicación del pre test para conocer de forma general las concepciones previas de los

estudiantes en un momento inicial. Se establece el rango y frecuencia para evaluar el desempeño de los estudiantes a partir de los aciertos en cada una de las respuestas.

Tabla 14. *Rango de aciertos y frecuencias pre test*

Rango aciertos	Frecuencia	Porcentaje (%)
1 - 3	6	35
4 - 6	6	35
7 - 9	5	30
> 9	0	0

Rangos y frecuencias obtenidas a partir de la aplicación del pre-test (Fuente: Elaboración propia).

De la tabla 14, se puede inferir que el 70% de los estudiantes obtuvo como máximo 6 respuestas correctas de 13 posibles. Un 35% obtuvo entre 1 y 3 respuestas correctas, y un 35% entre 4 y 6 respuestas acertadas; el 30% de los estudiantes restantes obtuvo entre 7 y 9 respuestas buenas. Y fue 9 el número mayor de aciertos obtenidos por un solo estudiante, quien superó el número promedio de preguntas del instrumento.

Entonces, las respuestas generadas por la mayoría de los estudiantes objeto de estudio evidenciaron la no relación entre los saberes previos y el saber disciplinar; es decir que los estudiantes estructuran sus respuestas desde descripciones y percepciones sensoriales, para lo cual utilizan un lenguaje cotidiano en la explicación de fenómenos asociados a los conceptos de acidez y pH.

Los resultados también evidenciaron la necesidad inmediata de transformar los currículos en la enseñanza de la química, y de hacer de estos una oportunidad para contextualizar los aprendizajes en este campo, según sea su entorno social y cultural. Todo ello desde la elaboración de metodologías didácticas apropiadas, que despierten el interés de los estudiantes en los contenidos apropiados, relevantes en la construcción de aprendizajes significativos para la vida.

4.6 Análisis del instrumento de actitudes (Escala Likert)

A continuación, se presentan los resultados obtenidos a partir de la aplicación del instrumento de actitudes (Escala Likert), adaptado para medir a diecisiete (17) estudiantes del grado octavo y noveno, de la Institución Educativa Alto Horizonte, frente al aprendizaje de la química. La puntuación se obtuvo multiplicando cada uno de los puntajes asignados a cada ítem por el número de estudiantes que seleccionaron cada una de las opciones.

Los puntajes asignados a cada ítem del instrumento para su codificación, se basaron en la metodología descrita por Baptista et al. (2014, p. 238 - 245), y se describen a continuación:

4.6.1 Puntajes asignados para actitudes favorables o positivas (1,

2, 3, 7, 8, 9, 10):

5 Totalmente de acuerdo (TA)

4 De acuerdo (A)

3 Indiferente (I)

2 En desacuerdo (D)

1 Totalmente de desacuerdo (TD)

4.6.2 Puntajes asignados para actitudes desfavorables o negativas (4, 5 y 6):

1 Totalmente de acuerdo (TA)

2 En acuerdo (A)

3 Indiferente (I)

4 En desacuerdo (D)

5 Totalmente de desacuerdo (TD)

El promedio de cada ítem se obtuvo con la sumatoria de los puntajes obtenidos, divididos por el número de estudiantes que respondieron el instrumento.

Tabla 15. Resultados obtenidos a partir de la aplicación del instrumento de actitudes

Ítem	NUMERO DE ESTUDIANTES					PUNTUACIÓN					Promedio
	TA	A	I	D	TD	TA	A	I	D	TD	
1	4	4	0	9	0	20	16	0	18	0	3.2
2	2	12	1	2	0	10	48	3	4	0	3.8
3	6	7	2	2	0	30	28	6	4	0	4.0
4	0	2	1	8	6	0	4	3	32	30	4.0
5	3	5	1	7	1	3	10	3	28	5	2.9
6	1	2	0	4	10	1	4	0	16	50	4.2
7	4	7	0	3	3	20	28	0	6	3	3.3
8	3	8	0	6	0	15	34	0	12	0	3.6
9	4	7	1	3	2	20	28	3	6	2	3.5
10	2	5	2	6	2	10	20	6	4	6	2.5

4.6.3 Análisis para actitudes favorables o positivas (1, 2, 3, 7, 8, 9, 10)

En el primer ítem, de la tabla 15, se evidenció que el área de química no marcó un favoritismo, o agrado de parte de los estudiantes, porque no fue una tendencia sobre las demás áreas que les gusta. Solo 8 estuvieron de acuerdo, o en total acuerdo, en que el área de química les gustaba más que otras asignaturas; mientras que hubo 9 estudiantes que estuvieron en desacuerdo, o en total desacuerdo, frente a ello.

En el número dos, un total de 14 estudiantes estuvieron de acuerdo, o en total acuerdo, en que los temas vistos en clase de química eran importantes para su vida diaria; 2 indicaron que la temática vista no era significativa para su vida, y 1 estudiante expresó indiferencia respecto al ítem.

En el ítem tres, un total de 13 estudiantes expresaron su agrado por la didáctica que sustenta la clase de química y el interés que les despertó el aprendizaje del área. En contraste, 2 estudiantes estuvieron en desacuerdo con la didáctica implementada, porque no les despertó interés por el aprendizaje del área; por último, un estudiante manifestó indiferencia ante la didáctica y el interés que puede generar el área de química.

En la parte número 7, en total 11 estudiantes destacaron la importancia de las prácticas de laboratorio y de campo, para afianzar los contenidos desarrollados en la clase de química. Mientras que 3 estudiantes no estuvieron de acuerdo con este tipo de actividades en los procesos de aprendizaje de la química. Otros 3 estudiantes manifestaron indiferencia ante este tipo de actividades.

En el 8, fueron 11 los estudiantes que opinaron a favor de su participación en la clase de química, pero 6 manifestaron su desacuerdo; en estos últimos se infiere que su rol en clase es pasivo y se limitan solamente a registrar apuntes sin consultar dudas o inquietudes.

En el ítem 9, once estudiantes estuvieron de acuerdo, o en total acuerdo, con la relación entre los contenidos aprendidos en el área de química y la cotidianidad. Por el contrario, 5 de ellos estuvieron en desacuerdo, o en total desacuerdo, con la relación entre los contenidos impartidos en el área de la química y la cotidianidad.

En el número 10, un total de 8 estudiantes expresaron una actitud desfavorable en cuanto a consultar e investigar más sobre lo visto en clase, mientras que 7 estudiantes opinaron que es importante ampliar lo aprendido en clase con investigaciones y consultas. Entonces, los estudiantes durante el proceso de aprendizaje se limitan exclusivamente a la realización de actividades propuestas dentro del aula y no a las que serían independientes a la clase.

4.6.4 Análisis para actitudes desfavorables o negativas (preguntas 4, 5, y 6)

En el ítem 4, un total de 14 estudiantes expresaron que la forma en que desarrollan las actividades en la clase de química no les genera apatía o aburrimiento, por tanto, eso muestra una actitud favorable en ellos y, no desfavorable, como sí lo indicaron 2 estudiantes que estuvieron de acuerdo con el enunciado.

La opinión expresada por los estudiantes en el número 5 estuvo fraccionada, pues 8 afirmaron que existe una dificultad para aprender la temática en el área de química; y otros 8 que las temáticas impartidas no les generaban un mayor esfuerzo para su aprendizaje.

En el ítem 6, un total de 14 estudiantes dejó claro que las clases de química no le generan estrés o nerviosismo, pero otros 2 estuvieron de acuerdo, o en total acuerdo, con la afirmación del enunciado sobre la actitud. De modo que, determinado ambiente en el aula de clase brinda condiciones propicias para la enseñanza y el aprendizaje de la química.

4.6.5 Actitudes identificadas en los estudiantes

Se establecieron los siguientes intervalos para facilitar el análisis, a nivel general, de los puntajes promedio obtenidos:

- Valores entre 1 y menores a 2: Actitud muy desfavorable

- Valores mayores a 2 y menores a 3: Actitud desfavorable
- Valores iguales a 3: Neutro
- Valores mayores a 3 hasta 4: Actitud Favorable
- Valores mayores a 4 hasta 5: Actitud muy favorable

De los resultados promedio obtenidos en cada uno se concluyó que en los ítems 3, 4 y 6 los estudiantes expresaron una actitud muy favorable frente al aprendizaje de la química, fueron los promedios más altos en la prueba. Por tanto, la didáctica y metodología que implementó el profesor de química en la enseñanza de conceptos fue acorde, generó interés en ellos y provocó un ambiente adecuado para la enseñanza y el aprendizaje en el aula.

En los ítems 5 y 10, se obtuvieron los promedios más bajos, en otras palabras, hubo una actitud desfavorable en el aprendizaje de la química. En particular, los estudiantes manifestaron la necesidad de exigirse y esforzarse, para aprender los temas en la clase de química. Mas, no consultan o investigan de forma individual lo visto en clase para superar tal dificultad.

En los ítems 1, 2, 7, 8 y 9 mostraron una actitud favorable frente al aprendizaje de la química. Aunque, es oportuno mejorar continuamente las estrategias didácticas y metodológicas en la enseñanza de esta área; por ejemplo, adaptar currículos con contenidos que atiendan a las necesidades sociales y culturales de los educandos, generar aprendizajes significativos, duraderos, aplicables y reproducibles en su contexto.

4.7 Análisis comparativo post – test cuestionario preguntas abiertas

En la tabla 16, se presentan los resultados del instrumento de preguntas abiertas después de la aplicación de la secuencia didáctica.

Tabla 16. *Resultados preguntas abiertas post – test*

Pregunta	Código	Categorías (patrones o respuestas con mayor frecuencia de mención)	Frecuencia de mención
1	1	Concepto ácido – base	16
	2	Medición de acidez – basicidad	13
2	3	Propiedades físicas del suelo	15
	4	Propiedades químicas del suelo	12
3	5	Adaptabilidad del suelo a las necesidades del cultivo.	15

Resultados del Post- Test (Fuente: Adaptada de: Baptista et al. 2014)).

A continuación, se presentan algunos ejemplos de las respuestas de los estudiantes antes (pre test) y después (post test), de la aplicación de la secuencia didáctica, esto para el respectivo análisis de los resultados mostrados en la tabla anterior. Para su codificación, se asignó un código con dos dígitos (el primer dígito corresponde al número de la pregunta y el segundo indica el número del estudiante) como se presenta a continuación:

4.7.1 Pregunta 1, estudiante 1 (1.1)

1.1 Pre test: “Algo fuerte como el limón, los dulces ácidos, los jugos. Una base es algo común que sostiene una composición, como una base de una cada algo plano. Por el color, por la elasticidad, y según la zona donde este si no le cae agua o está cerca del suelo no es un suelo bueno”.

1.1 Post test: “Un ácido es una sustancia que de sabor es agria también tiene la presencia de iones H^+ también tiene diferentes derivados como lo es el ácido láctico, ácido acético, etc. Y también se comporta como electrolitos. Una base es una sustancia que tiene como características ser resbalosas y lisas su sabor es amargo y tiene la presencia de iones OH^- . Creo que con pH metro porque el resultado sería más preciso y exacto”.

4.7.2 Pregunta 1, estudiante 7 (1.7)

1.7 Pre test: “Yo pienso que un ácido es algo como picante que tiene un sabor fuerte por ejemplo el limón. Para mí una base es algo muy necesario para una figura o una cosa, es como lo más importante y con lo que se sostiene, es como el centro. Para mí lo que yo pienso es que se podría calcular con algún instrumento que se pueda medir”.

1.7 Post test: “Un ácido es aquel que se reconoce por su sabor agrio, y puede neutralizar una base, es aquel que tiene iones H^+ por ejemplo los cítricos. Una base es

aquella que tiene un sabor amargo y puede neutralizar un ácido y tiene iones OH^- . Se podría calcular herramientas como pH metro o enviándolos a un laboratorio”.

En la categoría 1, fue evidente que los estudiantes transformaron sus ideas previas respecto a los conceptos ácidos y base; se acercaron a una definición propia del lenguaje químico; involucraron conceptos propios de la teoría ácido – base de Arrhenius, para construir sus definiciones, en términos de iones y electrolitos principalmente.

La transformación significativa del concepto de base es destacable, pues dejaron de lado la aproximación inicial de la noción matemática de superficie y la contextualizaron desde el lenguaje disciplinar de la química. Al replantear la estructura conceptual el estudiante estableció diferencias con sustancias de carácter ácido.

En contraste, la categoría 2 mostró que los estudiantes habían establecido la relación entre los métodos cualitativos y cuantitativos, para determinar de manera práctica y sencilla el grado de acidez o basicidad en un suelo; a través de papel tornasol como indicador universal, y el pH metro como la técnica más destacada. Un número reducido de estudiantes no transformó sus ideas previas en cuanto a implementar diversos métodos para determinar el grado de acidez y basicidad en los suelos, después de la aplicación de la propuesta didáctica.

4.7.3 Pregunta 2, estudiante 11 (2.11)

2.11 Pre test: “Que tenga un buen abono y que la planta que uno siembra este en perfectas condiciones. Si claro cuando dicen que la tierra está muy negrita es porque en ese terreno se puede sembrar cualquier cosa y más si tiene abono como tal”.

2.11 Post test: “La textura, el color, implementando el pH metro, con naranja de metilo, con fenolftaleína, papel tornasol y el tacto”.

4.7.4 Pregunta 2, estudiante 3 (2.3)

2.3 Pre test: “Las propiedades son que no sea tan aguanoso, que no sea gredoso y que no tenga mucho helecho por la tierra es bueno que sea negra sueltica y que sea fértil. El método es limpiar el terrero caliarlo para matar el hongo del suelo”.

2.3 Post test: “La textura, el color y si es un suelo con permeabilidad, el pH del suelo según su cultivo, si tiene materia orgánica. El pH metro, el tacto, el agua oxigenada”.

En la categoría 3, los estudiantes demostraron mayor dominio conceptual con relación a las propiedades físicas del suelo, identificaron textura, permeabilidad y color como las más destacadas. A partir de las actividades aplicadas en la secuencia didáctica lograron cambiar su forma de expresar los conceptos asociados a estas propiedades, pasaron de términos coloquiales como “gredoso”, “encharcado” y “tierra negra y sueltica”, a un lenguaje disciplinar. De igual modo, los estudiantes relacionaron las propiedades físicas

con la fertilidad de un suelo, lo cual les ayudaba a evaluar si era apto para cultivar un producto específico.

En la categoría 4, se logró un resultado significativo al pasar de 3 a 12 estudiantes que involucraron el concepto de pH, para establecer la relación que existe entre materia orgánica y fertilidad en los suelos, lo que favorecía la disponibilidad de nutrientes para las plantas. Además, los estudiantes asociaron la importancia del pH al momento de cultivar, y determinar la adaptabilidad de algunas especies de plantas, con su rendimiento y productividad.

4.7.5 Pregunta 3, estudiante 8 (3.8)

3.8 Pre test: “Primero debería hacer una limpia y luego quemar monte y luego hace el hoyo y luego se echa cal al hueco y luego se siembran”.

3.8 Post test: “Con cal, ceniza, aplicando yeso si es ácido o con azufre o hierro si es básico, haciendo un encalado para ver si las plantas crecen sanas o no”.

4.7.6 Pregunta 3, estudiante 13 (3.13)

3.13 Pre test: “Yo observaría y tendría en cuenta que haría un hueco y le echaría cal para matar la infección y para fertilizar el suelo para tener suerte en el cultivo”

3.13 Post test: “Lo primero y lo más importante sería saber el pH que necesita la planta para así mismo preparar el suelo. Si la planta necesita algo ácido y el suelo es básico usaría correctores ácidos y si la planta necesita algo básico y el suelo es ácido usaría correctores básicos como la cal”.

A partir de las respuestas, en la categoría 5 los estudiantes desarrollaron la capacidad para explicar el efecto químico de sustancias como cal y ceniza en la regulación del pH, y el aporte de nutrientes como calcio y magnesio, indispensables en la nutrición vegetal de los suelos. Por otra parte, los estudiantes establecieron diferencias entre los tipos de cal existentes y su efecto particular, dejaron de lado la concepción generalizada de los procesos de preparación del suelo, previo a la siembra del cultivo.

En conclusión, las actividades desarrolladas en la aplicación de la secuencia didáctica propiciaron en la mayoría de los estudiantes un cambio conceptual, a partir de la abstracción y apropiación de nuevos saberes en torno al conocimiento científico; asimilaron los conceptos de acidez y pH, lo que les permitió interpretar diversos fenómenos en la actividad agrícola, compatibles y reproducibles en su comunidad. De acuerdo con Campanario & Moya (1999), los nuevos saberes deben ser entendidos, comprendidos, útiles y compatibles con sus presaberes, lo cual le permite al estudiante generar nuevos puntos de vista, resolver problemas y explicarlos a partir de los nuevos conocimientos y generar aprendizajes significativos (p. 183).

Por otro lado, es de resaltar la capacidad de los estudiantes para establecer un diálogo entre el saber popular y el disciplinar. Por ejemplo, en la elaboración de sus respuestas y razonamientos para explicar diversos fenómenos, al mostrar la transformación de sus ideas previas que en principio se expresaron en un lenguaje natural o común, producto de su propia experiencia e interacción con su entorno; porque después del aprendizaje activo y significativo se convirtieron en ideas, conceptos manejables a la medida de su aprendizaje y su contexto.

De acuerdo con Adúriz & Galagovsky (1998, p. 317 - 319) y Quintanilla (2006, p. 181 - 183), es importante el uso del lenguaje en los procesos de enseñanza y aprendizaje, como mediador en la construcción, negociación y conciliación de saberes entre los estudiantes y el docente; porque el lenguaje natural intercede en la elaboración de un nuevo lenguaje a partir de estrategias que propicien cambios en los razonamientos de los estudiantes. Aunque, no es algo que siempre se logre en su totalidad, pues, en esta investigación, un número muy reducido de estudiantes no alcanzó una asimilación significativa de los nuevos saberes, porque conservaron sus preconceptos. Es decir que las ideas aisladas no les permitieron explicar de forma clara y precisa fenómenos asociados a los conceptos de acidez y pH, tampoco establecer una conexión entre el saber natural y el científico.

4.8 Resultados del cuestionario de preguntas cerradas

(Post – test)

En la tabla 17, se presenta el consolidado de los resultados obtenidos en la aplicación del instrumento tipo cuestionario, con preguntas de selección múltiple y única respuesta; para evaluar el efecto de la estrategia didáctica implementada, a partir de la transformación de las ideas previas y la apropiación de los nuevos saberes.

En el post test, se incluyeron las preguntas 1, 2, 3, 9, 10, 11, 12 y 13, del pre test, con el objetivo de determinar la transformación conceptual de los estudiantes, aunque, aquí la pregunta número 2 cambió de eje temático con relación al pre test. Las número 4, 5, 6, 7, 8, 14, 15 y 16, se formularon con el fin de evaluar los nuevos saberes adquiridos por parte de los estudiantes, en el desarrollo de las actividades diseñadas en la secuencia didáctica.

Tabla 17. Resultados obtenidos post – test preguntas de selección múltiple

PREGUNTA	VALORACION DE CADA RESPUESTA				RESPUESTA	NÚMERO CORRECTAS	NÚMERO INCORRECTAS
	A	B	C	D			
1	0	0	94	6	C	16	1
2	94	0	0	6	A	16	1
3	29	0	0	71	D	12	5
4	0	0	100	0	C	17	0
5	6	71	29	0	B	12	5
6	0	6	0	94	D	16	1
7	0	100	0	0	B	17	0
8	18	0	0	82	D	14	3
9	82	0	18	0	A	14	3
10	6	29	65	0	C	11	6
11	88	12	0	0	A	15	2
12	18	6	76	0	C	13	4
13	0	76	24	0	B	13	4
14	23	6	65	6	C	11	6
15	0	100	0	0	B	17	0
16	18	6	23	53	D	9	8

Preguntas de selección múltiple con única respuesta (Fuente: Elaboración propia).

A continuación, se presenta un análisis cualitativo de las nuevas preguntas del cuestionario. En las preguntas 4 y 5 se evaluó el aprendizaje de las teorías ácido – base.

4.8.1 Preguntas 4 y 5: teorías ácido-base

<p>P4. A continuación se presenta la siguiente reacción química</p> $\text{NaOH (ac)} \rightarrow \text{Na}^+ \text{ (ac)} + \text{OH}^- \text{ (ac)}$ <p>El hidróxido de sodio (NaOH) al disolverse en agua, se disocia en iones Na^+ y OH^- incrementando su concentración, establece así una relación entre las propiedades de los ácidos y bases en disolución acuosa. Esto puede ser explicado desde la teoría postulada por:</p>	<p>A. Lewis</p> <p>B. Brønsted – Lowry</p> <p>C. Arrhenius</p> <p>D. Usanovich</p>
--	--

<p>P5. Durante la respiración celular se genera dióxido de carbono (CO₂) que se libera al torrente sanguíneo, donde puede reaccionar con agua para formar ácido carbónico (H₂CO₃) y contribuir, consecuentemente, al equilibrio ácido – base en nuestro cuerpo, como se representa en las siguientes ecuaciones</p> $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 \quad (1)$ $\text{H}_2\text{CO}_3 (\text{ac}) \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- (\text{ac}) + \text{H}^+ (\text{ac}) \quad (2)$ <p>Ácido carbónico ion bicarbonato ion hidrógeno</p> <p>En la reacción 2, el ácido carbónico se ioniza formando iones bicarbonato e hidrógeno, actúa como ácido según la teoría postulada por:</p>	<p>A. Lewis</p> <p>B. Brønsted – Lowry</p> <p>C. Arrhenius</p> <p>D. Usanovich</p>
---	---

En la pregunta 4, la respuesta correcta era la opción C, en la 5 la B. Los estudiantes que seleccionaron opciones diferentes a la correcta no identificaron a partir de modelos las diferentes teorías; las cuales, históricamente elaboraron diversos conceptos acerca de los ácidos y las bases, acordes al contexto histórico y cultural. Según fuese el análisis de su comportamiento químico a nivel macroscópico y microscópico.

4.8.2 Preguntas 6 y 7: pH e indicadores ácido-base

<p>P6. El pH metro es uno de los instrumentos más importantes de un laboratorio químico y está destinado a medir el pH de una solución por medio de un sensor (electrodo), y determinar la acidez, basicidad o neutralidad de cualquier solución. Un estudiante mide el pH de cinco soluciones utilizando un pH metro de alta sensibilidad y los resultados obtenidos se presentan en la siguiente tabla:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Solución</th><th>pH</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td><td>1.5</td></tr> <tr> <td>Y</td><td>2.0</td></tr> <tr> <td>Z</td><td>5.5</td></tr> <tr> <td>W</td><td>6.0</td></tr> <tr> <td>R</td><td>6.5</td></tr> </tbody> </table> <p>Tabla 1. Resultados de las mediciones con el pH metro</p> <p>Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, se puede afirmar que:</p>	Solución	pH	X	1.5	Y	2.0	Z	5.5	W	6.0	R	6.5	<p>A. La acidez de W es mayor que X</p> <p>B. La solución más ácida es R</p> <p>C. La acidez de X es menor que Z</p> <p>D. La solución más ácida es X</p>
Solución	pH												
X	1.5												
Y	2.0												
Z	5.5												
W	6.0												
R	6.5												

P7. El pH de una solución se puede determinar mojando con unas gotas de la solución una tira de papel indicador. Éste cambia de color de acuerdo con las características ácidas o básicas de la solución. La tabla 2 muestra el comportamiento de un papel indicador:

Color del papel indicador	Intervalo de pH
Púrpura	0 – 6
Azul	8 – 14

Tabla 2. Comportamiento indicador ácido – base

La tabla 2 muestra los resultados de una práctica de laboratorio en donde se utilizó papel indicador utilizando distintos productos de uso cotidiano:

Producto Comercial	Color del papel indicador
Vinagre	Púrpura
Bicarbonato de Sodio	Azul
Enjuague Bucal	Púrpura
Alka – Seltzer	Azul

De acuerdo con la información anterior, los productos que pueden tener un pH ácido son

A. Vinagre y el bicarbonato de sodio.

B. Vinagre y el enjuague bucal.

C. Alka-seltzer y el bicarbonato de sodio.

D. Alka-seltzer y el enjuague bucal.

La respuesta correcta para la número 6, era la opción D y, en la 7, la B. A la mayoría de los estudiantes se les facilitó determinar el carácter ácido o básico de una determinada sustancia de forma experimental. Es decir que, les favoreció contar con los medios en el empleo de indicadores ácido – base de forma cualitativa y cuantitativa, para realizar las mediciones de pH a sustancias de uso cotidiano. Solo un estudiante presentó dificultades en el desarrollo de la instrucción de la número 6.

4.8.3 Preguntas 8, 15 y 16: escala de pH

Responda la pregunta 8 a partir de la siguiente información

El pH es la medida del grado de acidez o basicidad de una solución. Un pH menor que 7 es ácido y un pH mayor que 7 es básico. Cuando la concentración de los iones H^+ y OH^- es igual, se dice que el medio se ha neutralizado y el pH es igual a 7. A partir del valor de pH de una solución, se puede determinar la concentración de iones H^+ a partir de la siguiente ecuación:

$$[H^+] = 10^{-pH}$$

La siguiente tabla muestra el valor de pH de cuatro soluciones:

Solución	X	Y	Z	W
pH	6.6	3.5	5.0	2.9

P8. De acuerdo con la tabla anterior, es correcto afirmar que la solución con mayor concentración de iones H^+ es la solución:

A. Solución X

B. Solución Z

C. Solución Y

D. Solución W

La siguiente tabla muestra la concentración de iones $[H^+]$ de algunas sustancias cotidianas:

Sustancia	Café	Gaseosa	Jabón de manos	Sangre	Bicarbonato
Concentración [H ⁺]	1.0×10^{-5}	1.0×10^{-3}	1.0×10^{-10}	4.0×10^{-8}	1.0×10^{-9}

A. 5
B. 3
C. 9
D. 10

A. M es mayor que el de la solución O

B. O es menor que el de la solución P

C. N es mayor que el de la solución M

D. P es menor que el de la solución N

Solución de Ácido	Concentración de iones hidrogeno
M	2.0×10^{-4}
N	4.0×10^{-3}
O	1.0×10^{-5}
P	3.0×10^{-2}

De lo anterior, es válido afirmar que el pH de la solución:

La respuesta correcta en la pregunta 8 era la opción D, en la pregunta 15 la B, y en la 16 la D. Quienes seleccionaron opciones diferentes no comprendieron la relación inversa entre el valor de pH y la concentración de iones $[H^+]$ y $[OH^-]$, al momento de medir el grado de acidez y basicidad en soluciones de uso cotidiano; pese a que se involucraban conocimientos matemáticos. Entonces, los estudiantes presentaron dificultades para comprender que a menor valor de pH mayor concentración de iones $[H^+]$, y cuanto más básica es una solución, menor será el valor de pH y la concentración de iones $[H^+]$.

4.8.4 Pregunta 14: relación de los conceptos ácido-base con el suelo y sus componentes

<p>P14. Un agricultor contrata a un experto para que realice estudios respecto al pH del suelo en donde va a cultivar plátano. A los pocos días, le hacen entrega de los resultados de las muestras tomadas y allí se especifica que el suelo en donde piensa cultivar tiene un pH 10, y el plátano requiere un pH óptimo de 4.5. Para sembrar plátano, el agricultor requiere usar:</p>	<p>A. Ceniza como enmienda para corregir la concentración de OH^-</p> <p>B. Cal agrícola como enmienda para corregir la concentración de OH^-</p> <p>C. Una enmienda con pH ácido para neutralizar la concentración de iones OH^-</p> <p>D. Suficiente agua para disolver los iones OH^- y disminuir su concentración</p>
--	--

En esta pregunta, la opción correcta era la C. Los alumnos que escogieron diferentes opciones no relacionaron las condiciones óptimas en un suelo de acuerdo con su valor de pH, mediante el uso de sustancias de pH ácido o básico; por tanto, tampoco resolvieron situaciones cotidianas de su entorno agrícola que favorecieran la productividad de un cultivo.

4.9 Análisis cuantitativo post – test

A continuación, se presenta la valoración de cada una de las opciones de respuesta seleccionada por los estudiantes en cada ítem, el número de alumnos que seleccionó la opción correcta y, también, el total de estudiantes que respondió de forma incorrecta en cada ítem. Para su codificación, se asignaron dos códigos: 0 para indicar si la respuesta fue incorrecta y 1 para señalar fue correcta.

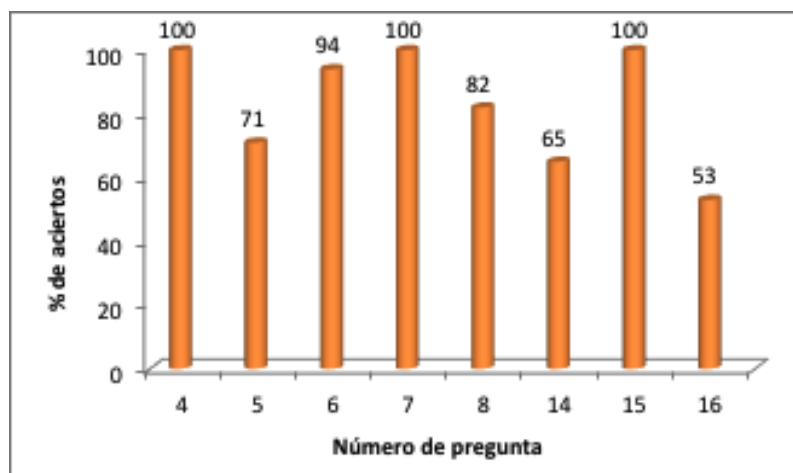
Tabla 18. Resultados post – test por pregunta y por estudiante (preguntas de selección múltiple con única respuesta)

PREGUNTAS	ESTUDIANTES																	CORRECTAS	%	INCORRECTAS	%
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17				
1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16	94	1	6
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	16	94	1	6
3	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	12	71	5	29
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	17	100	0	0
5	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	12	71	5	29
6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	16	94	1	6
7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	17	100	0	0
8	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	14	82	3	18
9	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	14	82	3	18
10	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	11	65	6	35
11	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	15	88	2	12
12	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	13	76	4	24
13	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	13	76	4	24
14	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	11	65	6	35
15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	17	100	0	0
16	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	9	53	8	47
ACIERTOS	16	14	16	13	15	10	16	9	12	13	11	13	14	15	15	11	10				
PORCENTAJE	100	87	100	81	94	62	100	56	75	81	69	81	87	94	94	69	62				
DESACIERTOS	0	2	0	3	1	6	0	7	4	3	5	3	2	1	1	5	6				
PORCENTAJE	0	13	0	19	6	38	0	44	25	19	31	19	13	6	6	31	38				

Codificación de las respuestas seleccionadas en el post- test (Fuente: Elaboración propia).

4.10 Análisis de las nuevas preguntas a partir de la aplicación del post – test

En la gráfica 1, se presentan los resultados obtenidos a partir de la aplicación del post test, con el fin de evaluar los nuevos saberes adquiridos por parte de los estudiantes, a partir del cambio conceptual en sus ideas previas.



Gráfica 1. Resultados obtenidos post – test nuevas preguntas

4.10.1 Preguntas 4 y 5: Teorías ácido-base

En la pregunta 4, el 100% de los estudiantes seleccionaron de forma correcta la opción C, esto es, manejaron la teoría ácido – base de Arrhenius, semejante a los resultados obtenidos en el instrumento de preguntas abiertas. En la pregunta 5, el 71% de los estudiantes respondieron acertadamente la opción B; quienes optaron por la C no establecieron diferencias entre las teorías de Arrhenius y Brönsted – Lowry.

Al comparar el resultado de la pregunta 5 con los de la unidad didáctica aplicada por Alvarado et al. (2008, p. 286), al finalizar la aplicación de la secuencia se evidenció que en algunos estudiantes perduraron las ideas previas, que no lograron transformarse. En otras palabras, hubo una dificultad para comprender e interpretar fenómenos a nivel microscópico, lo cual impidió una correcta conceptualización y comprensión de la teoría ácido-base de Bronsted-Lowry. Luego, los estudiantes tuvieron dificultades para

comprender modelos a nivel microscópico y explicar el comportamiento de sustancias de carácter ácido y básico (Furió Más et al. 2007, p. 54).

Por otro lado, para Caamaño (2013), la definición de ácido y base de Brönsted – Lowry, se sitúa a nivel microscópico, mientras que las definiciones de la teoría de Arrhenius desde un punto de vista macroscópico; por tanto, esta diferenciación entre las dos teorías pudo confundir a los estudiantes (p. 29 – 30).

En cuanto a quienes seleccionaron la opción A, fueron quienes explicaron el equilibrio ácido – base en el cuerpo humano, desde la teoría electrónica de Lewis y no en términos de iones $[H^+]$ y $[OH^-]$, por lo que no precisaron el comportamiento de una sustancia ácida o básica en procesos metabólicos.

4.10.2 Preguntas 6 y 7: pH e indicadores ácido-base

En la primera pregunta, el 94% de los estudiantes seleccionaron de forma correcta la opción C y un 6% no acertó. Los alumnos que escogieron la B tuvieron como principal obstáculo la incomprensión de la relación inversa entre pH y el grado de acidez de una sustancia, de acuerdo con lo propuesto por Alvarado et al. (2013, p.109). En la pregunta 7, el 100% de los estudiantes acertó con la opción B, es decir, mostraron dominio y conocimiento sobre los indicadores de pH, clasificaron y establecieron diferencias entre

disoluciones ácidas y básicas, a partir de la experimentación con sustancias de uso cotidiano.

4.10.3 Preguntas 8, 15 y 16: escala de pH

En la pregunta 8, el 82% de los estudiantes seleccionó de forma correcta la opción D y un 18% no lo hizo porque eligió la opción A. Ellos manifestaron la dificultad para expresar la concentración de iones $[H^+]$ de una disolución, a partir del valor de pH, así como clasificarlas en ácidas o básicas de acuerdo con sus concentraciones.

En la número 15, el 100% de los estudiantes acertó al escoger la B, sí lograron establecer el valor de pH de una sustancia, a partir de un valor conocido en la concentración de iones $[H^+]$, además hicieron una lectura correcta de su respectivo exponente.

En la 16, el 53% de los estudiantes acertó con la opción D. Quienes seleccionaron las opciones A, B y C tuvieron dificultad para comprender el grado de acidez de una solución, a partir de la concentración de iones $[H^+]$. Por ende, les impidió clasificar sustancias de uso cotidiano y establecer relación con su valor de pH. En contraste con los resultados obtenidos en la pregunta 6, y de acuerdo con el estudio realizado por Watters & Watters (2006, p. 278 - 279), la falta de comprensión básica de los logaritmos,

y la deficiencia en las habilidades matemáticas de los estudiantes, obstaculizó la comprensión del concepto pH en función de la concentración de iones $[H^+]$.

4.10.4 Pregunta 14: relación de los conceptos ácido-base con el suelo y sus componentes

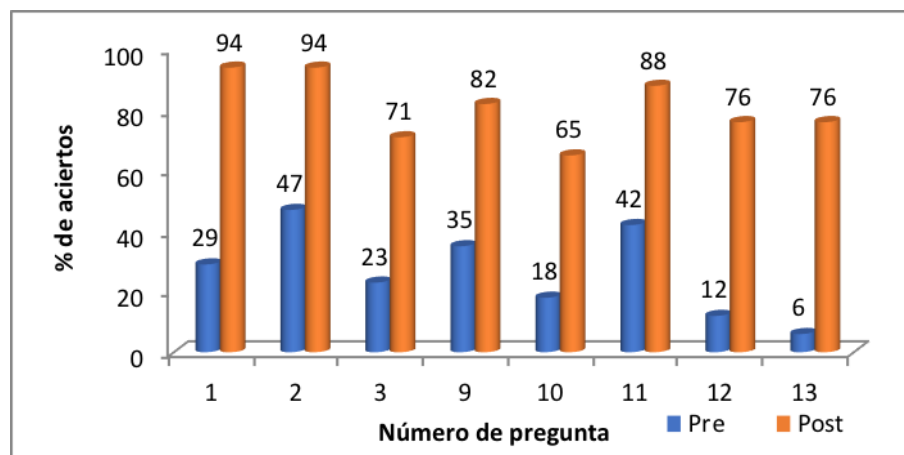
En la pregunta 14, el 65% respondió bien con la opción C. Los estudiantes que seleccionaron A y B, no establecieron relación entre el efecto regulador de sustancias ácidas o básicas con el pH del suelo. De modo que, no tuvieron la capacidad para establecer condiciones y resolver situaciones cotidianas de su entorno agrícola para favorecer la productividad de un cultivo. Los de la opción D no encontraron relación entre el pH del agua y del sustrato, no lograron un efecto regulador sobre el grado de acidez y basicidad de un suelo.

A partir de los resultados obtenidos en la aplicación de la propuesta didáctica para la enseñanza y aprendizaje del concepto pH a través del uso del suelo; y en comparación con las propuestas didácticas para la enseñanza de los conceptos ácido y base elaboradas por Jiménez Liso & Márquez (2010, p. 39 - 43), Alvarado et al. (2011, p. 8 - 9), Meléndez et al. (2015, p. 8 - 17) y Jiménez-Aponte et al. (2015, p. 192 - 193); se concluye que la mediación del aprendizaje activo como herramienta didáctica, facilitó la transformación de las ideas previas de los estudiantes, que a su vez ha facilitado el aprendizaje de los nuevos conceptos. Porque la metodología implementada favoreció la

adquisición de habilidades y actitudes, desde el desarrollo de actividades prácticas en campo abierto, en laboratorio, trabajo en equipo y la realimentación, necesaria para la confrontación entre las ideas previas y los nuevos conocimientos.

4.11 Análisis comparativo de las preguntas del pre – test incluidas en el post – test por ejes temáticos

En la gráfica 2, se presenta el análisis comparativo por preguntas entre los resultados obtenidos en la aplicación del pre test y del post test, para evaluar el efecto de la propuesta didáctica.



Gráfica 2. Análisis comparativo pre test y post test por preguntas (Fuente: Elaboración propia).

A partir de la gráfica, se presenta el análisis comparativo de las preguntas del pre test que se aplicaron nuevamente en el post test:

4.11.1 Preguntas 1, 2 y 3: concepto de acidez y basicidad

En la pregunta número 1, el rango de aciertos obtenidos durante el pre test estuvo entre un 23% y 47%, un porcentaje inferior al número promedio de estudiantes que respondieron el instrumento. Pero, durante la aplicación del post test, el rango de aciertos en las mismas preguntas estuvo entre un 71% y 94%, es decir que superó el número promedio de estudiantes que respondieron el instrumento. Entonces, es evidente que, a partir de la secuencia didáctica, la mayoría de los estudiantes comprendió el concepto de acidez y basicidad como propiedad química de las sustancias, para distinguir y clasificar sustancias de uso cotidiano en ácidas y básicas, desde la transformación de las ideas previas de manera significativa.

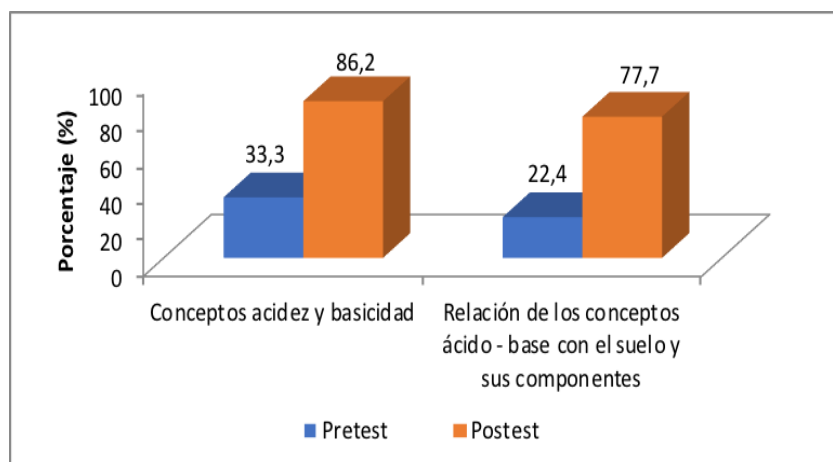
4.11.2 Preguntas 9, 10, 11, 12 y 13: relación de los conceptos ácido-base con el suelo y sus componentes

En estas preguntas, se observó que el rango de aciertos durante el pre test estuvo entre un 6% y 42%, un porcentaje inferior al número promedio de estudiantes que respondieron el test. Mas, los rangos obtenidos durante el post test oscilaron entre un 65% y 88% de acierto. Con base en esa comparación, se concluyó que, a partir de las actividades diseñadas en la secuencia didáctica, los alumnos establecieron un diálogo entre el saber disciplinar de la química y su saber cotidiano; por ello, interpretaron de forma correcta fenómenos propios de su realidad, establecieron relaciones válidas y

significativas entre los conceptos de acidez y basicidad, así como su incidencia en la práctica agrícola.

4.11.3 Análisis por ejes temáticos pre-test y post-test

En la gráfica 3, se presenta el análisis comparativo por ejes temáticos entre los resultados obtenidos en la aplicación del pre test y del post test.



Gráfica 3. Análisis comparativo pre test y post test por ejes temáticos (Fuente: Elaboración propia).

En esta gráfica, se observó que el 86,2% de los estudiantes mejoraron sus resultados en las preguntas 1, 2 y 3 durante el post test, frente a un 33,3% obtenido durante el pre test. Lo cual indica que, en un alto porcentaje, los estudiantes mostraron avances significativos en la transformación de los saberes previos en los conceptos de acidez y basicidad.

De igual forma, se observó que el 77,7% de los evaluados mejoraron los resultados en las preguntas 9, 10, 11, 12 y 13 durante el post test, frente a un 22,4% obtenido durante el pre test. Esto explica que lograron establecer una relación entre los conceptos ácido –

base con el suelo y sus componentes. Debido a la implementación de una herramienta didáctica que les permitió contextualizar los contenidos impartidos en la enseñanza de la química, despertar el interés por el conocimiento científico para explicar fenómenos y responder a las necesidades de su entorno.

4.12 Análisis de los estudiantes a partir de la aplicación del post-test

En la tabla número 19, se presentan los resultados a partir de la aplicación del post test, para conocer de forma general los nuevos aprendizajes de los estudiantes. Se presenta el rango de aciertos y su frecuencia, se evalúa su desempeño posterior a la aplicación de la propuesta didáctica.

Tabla 19. Rango de aciertos y frecuencias post test

Rango aciertos	Frecuencia	Porcentaje (%)
8 – 9	1	6
10 – 11	4	23
12 – 13	4	23
14 – 15	5	30
16	3	18

Un sólo estudiante obtuvo el más bajo desempeño durante el post test con un total de 9 aciertos, e igualó el resultado del estudiante que alcanzó el número máximo de aciertos durante el pre test.

Un 46% de los estudiantes respondió correctamente entre 10 y 13 preguntas, con un desempeño superior al número promedio de preguntas del instrumento.

Un 30% contestó perfectamente entre 14 y 15 preguntas, y un 18% de los estudiantes reconocieron de manera acertada las 16 preguntas del cuestionario.

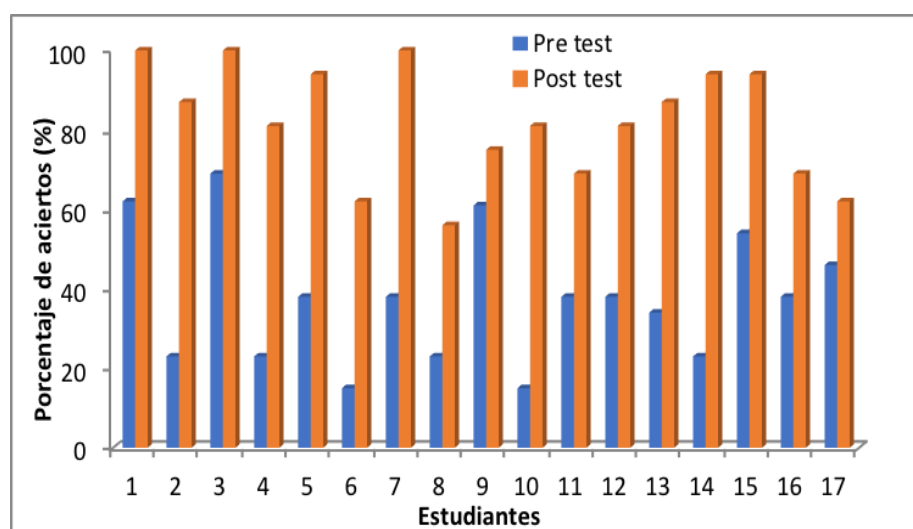
De acuerdo con los rangos y frecuencias obtenidas en el post test, se observó que 3 estudiantes obtuvieron el más número de respuestas precisas, superaron así el mayor número de aciertos durante el pre test por parte de un solo estudiante.

Hubo un 76% de los estudiantes con resultados significativos respecto a los demás integrantes del grupo, consiguieron entre 10 y 15 aciertos durante el post test, y sobresalieron respecto al 35% alcanzado en el pre test, donde obtuvieron entre 1 y 3 aciertos.

En conclusión, los estudiantes 1 y 3 mostraron los mejores resultados durante el pre y el post test, obtuvieron la máxima puntuación dentro del grupo.

4.13 Análisis comparativo pre – test y post – test por estudiante

En la gráfica 4, se presenta el análisis comparativo por estudiante entre los resultados de la aplicación del pre test y del post test, para evaluar el efecto de la propuesta didáctica.



Gráfica 4. Análisis comparativo pre test y post test por estudiantes (Fuente: Elaboración propia)

De la gráfica 3, podemos observar que los estudiantes 2, 4, 10 y 14 evidenciaron los cambios más significativos en la apropiación de los nuevos conocimientos. Alcanzaron desempeños superiores al 80% durante el post test, en contraste con los resultados en el pre test, pues sus desempeños estuvieron por debajo del 30%.

Los estudiantes 11, 16 y 17, consiguieron desempeños superiores al 60% durante el post test, mientras que durante el pre test sus desempeños estuvieron por debajo del 50%, una cifra inferior al número promedio de preguntas del instrumento.

Los estudiantes 1 y 3, lograron los desempeños más altos en el pre test y post test, alcanzaron los máximos puntajes en cada una de las pruebas y sus conocimientos evolucionaron a partir del desarrollo de la secuencia didáctica.

El estudiante 8, obtuvo el desempeño más bajo en la aplicación del pre y post test, apenas evidenció un avance del 33%, es decir, que tuvo una baja apropiación de los nuevos conceptos y, por tanto, perduraron sus ideas previas.

En general, el 71% de los estudiantes objeto de estudio lograron desempeños superiores al 70% y un 23% alcanzó un desempeño superior al 60%; tan solo un 6% obtuvo un desempeño superior al 50% durante el post test.

Con los resultados obtenidos, se evidenció el efecto positivo de la secuencia didáctica en la transformación significativa de las ideas previas en los estudiantes. Se logró la apropiación de nuevos conocimientos en los conceptos de acidez y pH a través de actividades desarrolladas en escenarios reales; se implementó el uso del suelo en el contexto agrícola, como recurso didáctico. Así se conectaron los contenidos curriculares en la enseñanza de la química con fenómenos de la vida real que puedan responder a sus necesidades, como proponen Jiménez-Liso & Martínez-DelÁguila (2012, p. 348 - 353).

Además, en cuanto a su entorno, podría decirse que los nuevos saberes y habilidades le brindaron al estudiante la posibilidad de construir, aplicar y transferir de manera significativa el conocimiento a los distintos miembros de su comunidad. Así, generaron aprendizajes basados en el servicio a la comunidad, lo articularon con metodologías

activas, replantearon prácticas educativas en los procesos de enseñanza y aprendizaje, y vincularon la escuela con la vida (Díaz, 2006, p. 97-99).

4.14 Análisis del instrumento de actitudes (Escala Likert)

En la tabla 20, se presentan los resultados de la aplicación del instrumento de actitudes (Escala Likert), el cual se adaptó para medir actitudes en los estudiantes de octavo y noveno hacia el aprendizaje del concepto pH a través del uso del suelo. La puntuación se obtuvo multiplicando cada uno de los puntajes asignados a cada ítem por el número de estudiantes que seleccionaron cada una de las opciones.

Los puntajes asignados a cada uno de los ítems del instrumento para su codificación se asignaron de acuerdo con la metodología descrita por Baptista et al. (2014, p. 238 - 245), como se describen a continuación:

4.14.1 Puntajes asignados para actitudes favorables o positivas (1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9 y 10)

5 Totalmente de acuerdo (TA)

4 De acuerdo (A)

3 Indiferente (I)

2 En desacuerdo (D)

1 Totalmente de desacuerdo (TD)

4.14.2 Puntajes asignados para actitudes desfavorables o negativas (pregunta 4)

1 Totalmente de acuerdo (TA)

2 En acuerdo (A)

3 Indiferente (I)

4 En desacuerdo (D)

5 Totalmente de desacuerdo (TD)

El promedio de cada ítem se obtiene a partir de la sumatoria de los puntajes obtenidos dividido por el número de estudiantes que respondieron el instrumento.

Tabla 20. Resultados obtenidos a partir de la aplicación del instrumento de actitudes (Escala Likert).

Ítem	NUMERO DE ESTUDIANTES					PUNTUACIÓN					Promedio
	TA	A	I	D	TD	TA	A	I	D	TD	
1	10	7	0	0	0	50	28	0	0	0	4.6
2	11	6	0	0	0	55	24	0	0	0	4.6
3	15	2	0	0	0	75	8	0	0	0	4.9
4	0	0	0	7	10	0	0	0	28	50	4.6
5	5	12	0	0	0	25	48	0	0	0	4.3
6	14	3	0	0	0	70	12	0	0	0	4.8
7	15	2	0	0	0	75	8	0	0	0	4.9
8	4	12	1	0	0	20	48	3	0	0	4.0
9	13	4	0	0	0	65	16	0	0	0	4.8
10	6	9	1	1	0	30	36	3	2	0	4.2

Escala Likert (Fuente: Adaptada de Molina et al. (2013)).

4.14.3 Actitudes identificadas en los estudiantes frente a la propuesta didáctica

Para facilitar el análisis a nivel general de los puntajes promedio obtenidos, se han establecido los siguientes intervalos:

- Valores entre 1 y menores a 2: Actitud muy desfavorable
- Valores mayores a 2 y menores a 3: Actitud desfavorable
- Valores iguales a 3: Neutro
- Valores mayores a 3 a 4: Actitudes Favorable
- Valores mayores a 4 a 5: Actitud muy favorable

En los ítems 3, 6, 7 y 9, la mayoría de los estudiantes manifestó una actitud muy favorable, frente a la propuesta metodológica desarrollada por el docente en la enseñanza y el aprendizaje de los conceptos pH a través del uso del suelo. En otras palabras, una actitud positiva en los estudiantes puede despertar el interés y el agrado por el aprendizaje, provocar un ambiente propicio para la apropiación de los nuevos saberes, que respondan a las necesidades sociales y culturales de su contexto.

En el ítem número 4, descrito de forma negativa en el instrumento y de acuerdo con los resultados obtenidos, la forma en la que se desarrollaron las actividades durante la secuencia didáctica no generó apatía ni aburrió a los estudiantes. Es más, las actividades generaron una participación activa durante la aplicación de la propuesta, lo cual evidenció en ellos una actitud positiva o favorable.

Por otra parte, los resultados obtenidos en los ítems 5 y 10 mostraron una actitud favorable, frente al desarrollo de actividades experimentales adaptadas al contexto con los demás miembros de la comunidad; en otras palabras, establecieron un diálogo entre el saber empírico y el saber científico. O sea que, encontraron sentido en los nuevos saberes y en la capacidad de reproducirlos en la resolución de situaciones propias de su entorno.

En general, y a partir de los resultados promedio en cada uno de los ítems, se concluyó que los estudiantes expresaron una actitud muy favorable frente a la enseñanza y el aprendizaje del concepto pH a través del uso del suelo. Mostraron un desempeño académico favorable porque transformaron sus ideas previas y se apropiaron de los nuevos saberes en los conceptos de pH.

En el análisis de los resultados, y según el estudio realizado por Molina et al. (2013, p. 114), se concluyó que para propiciar actitudes y motivación en los estudiantes por el aprendizaje de las ciencias, es pertinente transformar los ambientes de aprendizaje. Involucrar actividades prácticas que simultáneamente faciliten la asociación de los conceptos y dejen a un lado los aprendizajes memorísticos y abstractos, reproducidos al interior del aula. De modo que, los docentes tienen una gran responsabilidad en la mejora continua de las estrategias didácticas y metodológicas en la enseñanza de la química, las cuales favorezcan el desarrollo de actitudes positivas en los estudiantes.

Por todo lo anterior, es necesaria la comunicación asertiva entre docentes y estudiantes, la contextualización de los contenidos y la vinculación del maestro al desarrollo de las actividades mediante la ejemplificación; éstos son factores determinantes que propician en los estudiantes actitudes positivas y motivación por el aprendizaje, le permiten sentirse valorado y aceptado, y le brindan la posibilidad de vincularse activamente en la construcción del conocimiento (Osborne, Simon, & Collins, 2003, págs. 1053-1071).

5. Conclusiones y recomendaciones

5.1 Conclusiones

Se evidenció el efecto positivo de la secuencia didáctica a partir de la evolución significativa en las ideas previas en los estudiantes. El proceso permitió la apropiación de los nuevos conocimientos en los conceptos de acidez y pH, a través de actividades desarrolladas en escenarios reales; además, se implementó el uso del suelo y el contexto agrícola como recurso didáctico. Con ello, se conectaron los contenidos curriculares en la enseñanza de la química con los fenómenos de la vida real.

Los resultados obtenidos del cuestionario de preguntas abiertas mostraron que, los estudiantes a partir de las actividades desarrolladas durante la secuencia didáctica lograron superar los obstáculos epistemológicos identificados previos a la fase de aplicación. Se subraya la capacidad desarrollada por los estudiantes para establecer un diálogo entre el saber popular y el saber disciplinar de la química. Pues al elaborar sus respuestas y razonamientos para buscar explicación a diversos fenómenos indagados, transformaron sus ideas previas del uso de un lenguaje natural o común a un manejo del conocimiento más disciplinar, es decir con un lenguaje científico.

Entre los resultados obtenidos a partir de la aplicación del instrumento de preguntas de selección múltiple con única respuesta posterior al desarrollo de la propuesta didáctica (post – test), se resalta que, la deficiencia en las habilidades matemáticas relacionadas con el concepto de logaritmo y sus operaciones, son el principal obstáculo epistemológico en la comprensión del concepto pH en función de la concentración de iones $[H^+]$ en la mayoría de los estudiantes, al arrojar el porcentaje de acierto más bajo durante la aplicación del instrumento.

El aprendizaje activo como mediador pedagógico para la enseñanza y el aprendizaje del concepto pH a través del uso del suelo, favoreció en los estudiantes un cambio conceptual a partir de sus ideas previas, logrando la resolución de las tareas propuestas en cada una de las actividades pactadas en la secuencia didáctica. Con ello, se logró la apropiación de nuevos conocimientos en los conceptos de acidez y pH, a partir la interacción con su entorno. Consecuentemente, estos nuevos aprendizajes se convirtieron en conceptos manejables, útiles y acordes a su contexto.

Los nuevos saberes y habilidades le brindaron al estudiante la posibilidad de construir, aplicar y transferir de manera significativa el conocimiento a los distintos miembros de su contexto. Con lo cual, generaron aprendizajes basados en el servicio a su comunidad, articulados con metodologías activas, replanteados como prácticas educativas para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje, al vincular la escuela con la vida.

Fue agradable para los estudiantes que el desarrollo de actividades experimentales se adaptara apropiadamente al contexto con los demás miembros de su comunidad; que logaran un diálogo entre el saber empírico y el saber científico. Porque encontraron sentido en los nuevos saberes y tuvieron la capacidad para representarlos en la resolución de situaciones propias de su entorno.

Las habilidades metacognitivas propuestas en las metodologías activas ejercen una gran influencia sobre el aprendizaje escolar, propiciando en los estudiantes el aprendizaje autónomo y autorregulado. La metacognición, permite el desarrollo de habilidades como: la comunicación, la comprensión oral y escrita, y la resolución de problemas; que propician la construcción de nuevos conocimientos, generando un cambio conceptual.

A partir de la aplicación del instrumento de actitudes (Escala Likert) se ultima que los estudiantes expresaron una actitud muy favorable frente a la enseñanza y el aprendizaje del concepto pH a través del uso del suelo. Fue su actitud positiva lo que despertó su interés y agrado por el aprendizaje, con lo cual se dio un ambiente propicio para la apropiación de los nuevos saberes, y éstos respondieron a las necesidades sociales y culturales de su contexto.

5.2 Recomendaciones

Para garantizar aprendizajes significativos, estables y duraderos en el tiempo, en la enseñanza de la química, es pertinente ajustar los planes curriculares en los niveles de básica secundaria y media vocacional. Teniendo en cuenta la selección y adaptación de contenidos que respondan a las necesidades socioculturales del entorno; que el estudiante lleve a cabo su proceso de enseñanza y aprendizaje, e integre lo conceptual y procedimental con lo actitudinal.

Con relación a las dificultades conceptuales sobre la comprensión de la teoría de Bronsted-Lowry, se sugiere revisar y replantear la actividad propuesta en la secuencia didáctica, en lo concerniente a la modificación de las ideas previas. Además, que se involucren herramientas Tics para explicar a nivel molecular el comportamiento ácido-base de sustancias cotidianas y facilitar la comprensión de representaciones microscópicas a nivel macroscópico.

Es indispensable fortalecer las habilidades matemáticas de los estudiantes a nivel de educación básica secundaria y media, sobre todo en el concepto de logaritmo y sus operaciones, con lo cual sería más fácil la comprensión del concepto pH en términos de concentración de iones $[H^+]$.

Para evitar transmitir y reproducir posibles errores conceptuales durante el proceso de enseñanza de la química, es importante que el docente seleccione los materiales apropiados y las actividades didácticas pertinentes que permitan implementar la enseñanza de un contenido. Lo cual implica una revisión crítica y una selección exhaustiva de los textos escolares, pues la inadecuada investigación y clasificación puede provocar errores conceptuales en el aprendizaje.

6. Referencias bibliográficas

Adúriz Bravo, A., & Izquierdo, M. (2002). Acerca de la didáctica de las ciencias como disciplina autónoma. *Revista electronica de enseñanza de las ciencias* 1(3), 130 - 140.

Adúriz, A., & Galagovsky, L. (1998). Problemas con el lenguaje científico en la escuela. Un análisis desde la observación de clases de ciencias naturales. *Enseñanza de las ciencias* 16 (2), 315 - 321.

Alarcon, M., Arthurs, E., Ben Lakhdar, Z., Culaba, I., Denardo, G., Lakshminarayanan, V., & Sokoloff, D. (2006). Active learning in optics and photonics. *United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organization. The International Society for Optical Engineering*, 1 - 243.

Alvarado Zamorano, C., Cañada, F., Garritz, A., & Mellado, V. (2013). IX Congreso internacional sobre investigación en didáctica de las Ciencias. *Dificultades en el aprendizaje de acidez y basicidad y el conocimiento didáctico del contenido de profesores mexicanos de bachillerato* (págs. 107-112). Girona: Comunicación.

Alvarado Zamorano, C., Garritz, A., Guerra Santos, G., & Sosa, A. (2011). Enseñanza y aprendizaje de ácidos y bases en contexto: acidificación de los océanos. *Educación Química EduQ*(10), 4 - 12.

Alvarado Zamorano, C., Sará, M., & Martínez, G. (2017). Secuencia de enseñanza-aprendizaje colaborativa para la enseñanza de la química ácido-base en una secundaria mexicana. *Enseñanza de las Ciencias*, 241- 245.

Alvarado, C., Garritz, A., Guerra, G., & Zenteno Mendoza, B. (2008). La dimensión ciencia-tecnología-sociedad del tema de ácidos y bases en un aula de bachillerato. *Educación química*, 277 - 288.

Angulo, F. (2002). *Aprender a enseñar ciencias: Análisis de una propuesta para la formación inicial del profesorado de secundaria, basada en la metacognición*. Universitat Autònoma de Barcelona, Departament de didàctica de la Matemàtica i les Ciències Experimentals, Bellaterra.

Aragón, M. (2004). La ciencia de lo cotidiano. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1(2), 109 - 121.

Atkins, P., & Jones, L. (2006). *Principios de química. Los caminos del descubrimiento*. Madrid: Médica panamericana 54.

Ausubel, D. (2001). *Adquisición y retención del conocimiento: una perspectiva cognitiva*.
Barcelona: Paidós.

Bachelard, G. (2000). *La formación del espíritu científico: Contribución a un psicoanálisis del conocimiento objetivo* (Vol. 23). México: Siglo veintiuno.

Ballester, A. (2002). El aprendizaje significativo en la práctica: Cómo hacer el aprendizaje significativo en el aula. *Seminario de aprendizaje significativo* (pág. 192 p.).
España: Profesorado del seminario de aprendizaje significativo.

Baptista, P., Fernández, C., & Hernández, R. (2014). *Metodología de la investigación*.
México: Mc Graw Hill.

Bello, S. (2004). Ideas previas y cambio conceptual. *Educación química* 15 (3), 60 - 67.

Brenson, G. (2002). Constructivismo criollo: Una metodología facilitadora de la educación holista. *AMAUTA internacional*, 1 - 20.

Brown, T., LeMay, H., Bursten, B., & Burdge, J. (2004). *Química la ciencia central*.
México : Pearson educación .

Caamaño, A., & Oñorbe, A. (2004). La enseñanza de la Química: Conceptos y teorías, dificultades de aprendizaje y replanteamientos curriculares. *Alambique*(41), pp. 68 - 81.

Caamaño, A. (2011). Enseñar química mediante la contextualización, la indagación y la modelización. *Alambique. Didáctica de las ciencias experimentales*(69), 21 - 34.

Caamaño, A. (2013). Els models d'Arrhenius i de Brönsted-Lowry en la modelització dels àcids i les bases: presentació anhistòrica i modelització híbrida. *Educación Química EduQ* (16), 24-31.

Cacceta, B., Gallo, G., Regis, A., Vione, D., & Roletto, E. (2003). Costruire i Concetti di Ácido e di Base: Un uso didattico della storia della chimica. *Giornale de Didattica della Società Chimica Italiana*(3), pp. 81 - 91.

Campanario, J., & Moya, A. (1999). ¿Cómo enseñar Ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(2), pp. 179 - 192.

Campanario, J., & Otero, J. (2000). Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: las pautas del pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 18(2), pp. 155 - 169.

Carrascosa, J. (2005). El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (parte I). Análisis de sobre las causas que la originan y/o mantienen. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(2), pp. 183 - 208.

Cetin, A., Kaya , E., & Geban, O. (2005). Facilitating conceptual change in acid-base concepts. *Presented at the British Educational Research Association Annual Conference, University of Glamorgan, The Middle East Technical University, Department of Second*, 1 - 8.

Chang, R., & College, W. (2002). *Química*. México: Mc Graw Hill.

Chickering, A., & Gamson, Z. (1987). Seven principles for good practice in undergraduate education . *AAHE Bulletin*, 3 - 7.

Coll, C. (1996). Constructivismo y educación escolar: ni hablamos siempre de lo mismo ni lo hacemos siempre desde la misma perspectiva epistemológica. *Anuario de Psicología*, pp. 153 - 178.

Córdova, J. (1989). Química y vida diaria. *Educación química*, pp. 33 -36.

Creswell, J., Klaseen, A., Plano Clark, V., & Smith, K. (2011). Best Practices for Mixed Methods Research in the Health Sciences. *Office of Behavioral and Social Sciences Research (OBSSR), National Institutes of Health (NIH)*, 1 - 39.

Da Silva, M., & Alfonso, J. (2007). De Svante Arrhenius ao peagãmetro digital: 100 anos de medida de acidez. *Química nova*, 30(1), pp. 232 - 239.

De Andrade, B., & Ferrari, N. (2000). As analogias e metáforas no ensino de ciências à luz da epistemologia de Gaston Bachelar. *Ensino*, 2(2), pp. 182 - 192.

Díaz, F. (2006). *Enseñanza situada: vínculo entre la escuela y la vida*. México: Mc Graw Hill.

Duroux, A. (1983). Le valeur absolue: Difficultés majeures pour une notion mineure. *Petit x*(3), pp. 43 - 67.

Furió Más, C., Calatayud, M., & Bárcenas, S. (2007). ¿Comprenden los estudiantes de 2º de bachillerato el comportamiento ácido-base de las sustancias? análisis de las dificultades de aprendizaje. *Tecné. Episteme y Didaxis TEA* (22), 49 - 66.

Furió Más, C., Furió Gómez, C., & Solbes, J. (2012). Profundizando en la educación científica: aspectos epistemológicos y metodológicos a tener en cuenta en la enseñanza. *Educar em Revista (44)*, 37 - 57.

Gabel, D. (1999). Improving Teaching and Learning through Chemistry Education Research: A Look to the Future. *Journal of Chemical Education*, 76(4), pp 548 - 554.

Galache, M., & Camacho, E. (1992). Un avance decisivo en el conocimiento de los iones: la teoría de Arrhenius de la disociación electrolítica. *Enseñanza de las ciencias*, 10(3), pp. 307 - 311.

Galagovsky, L. (2004). Del aprendizaje significativo al aprendizaje sustentable. Parte 1: El modelo teórico. *Enseñanza de las ciencias*, 22(2), pp. 229- 240.

González, N. (2017). Aprendizaje activo y competencias metacognitivas para lograr la transferencia del aprendizaje en la educación preparatoria. *Revista de Investigación Educativa de la Escuela de Graduados en Educación*(14), pp. 19 - 25.

Hewson, P. (1992). *Conceptual change in science teaching and teacher education*. Ministry for Education and Science. Madrid: National Center for Educational Research.

Housecroft, C., & Sharpe, A. (2006). *Química inorgánica*. Madrid: Pearson Educación.

Jaramillo, L., & Simbaña, V. (2014). La metacognición y su aplicación en herramientas virtuales desde la práctica docente. *Sophia, Colección de Filosofía de la Educación*(16), pp. 299 - 313.

Jiménez Liso, M., De Manuel, E., & Salinas, F. (2002). Los procesos ácido-base en los textos actuales y antiguos (1868-1955). *Educación química* 13 (2), 90 - 100.

Jiménez Liso, M., & Márquez, M. (2010). Química y cocina: del contexto a la construcción de modelos. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales* (65), 33 - 44.

Jiménez-Aponte, F., Molina, M., & Carriazo, J. (2015). Investigación de las Concepciones Alternativas sobre Ácidos y Bases en Estudiantes de Secundaria. *Scientia et Technica* 20 (2), 188 - 194.

Jiménez-Liso, M., & Martínez-DelÁguila, R. (2012). Análisis de blogs y libros para profesores sobre Química cotidiana: Una mirada desde la problematización y la contextualización. *Educación química* 23 (3), 346-354.

Kind, V. (2004). *Más allá de las apariencias. Ideas previas de los estudiantes sobre conceptos básicos de química*. México: Aula XXI Santillana.

Meléndez, L., Sánchez, Y., Castro, A., & Soto, I. (2015). Secuencia didáctica en la enseñanza de "ácidos y bases" nivel secundaria. *Revista Iberoamericana de producción académica y gestión educativa* (3), 1 - 18.

Molina, M., Carriazo, J., & Farías, D. (2011). Actitudes hacia la química de estudiantes de diferentes carreras universitarias en Colombia. *Química nova*, 34(9), 1672-1677.

Molina, M., Carriazo, J., & Casas, J. (2013). Estudio transversal de las actitudes hacia la ciencia en estudiantes de grados quinto a undécimo. Adaptación y aplicación de un instrumento para valorar actitudes. *Tecné, Episteme y Didaxis TED* (33), 103 - 122.

Moreira, M. (1997). Aprendizaje significativo: un concepto subyacente. En: Moreira, M.A, Caballero, M.C, Rodríguez, M.L. *Actas del encuentro internacional sobre el aprendizaje significativo* (págs. pp. 19 - 44). España: Universidad de Burgos.

Muños, J., & Muñoz, L. (2009). Neutralización ácido – base, un concepto desde lo cotidiano. *4° Congreso Internacional sobre Formación de Profesores de Ciencias* (págs. pp. 1095 - 1100). Bogotá: Tecné, Episteme y Didaxis.

Myers, R. (2010). One-Hundred Years of pH. *Journal of Chemical Education*, 87(1), pp. 30 - 32.

Oliver-Hoyo, M., Alconchel, F., & Pinto, G. (2012). Metodologías activas para el aprendizaje de la Física: un caso de hidrostática para su introducción en la práctica docente. *REF*, 26(1), 45 - 50.

Osborne, J., Simon, S., & Collins, S. (2003). Attitudes towards science: A review of the literature and its implications. *Internacional journal of Science Education* 25 (9), 1049 - 1079.

Palarea, M., & Socas, M. (1994). Algunos obstáculos cognitivos en el aprendizaje del lenguaje algebraico. *I Seminario nacional sobre lenguaje y matemáticas* (págs. pp. 91 - 98). Suma.

Pearson, R. (1998). Ácidos y bases duros y blandos. *Educación química*, 9(2), pp. 112 - 118.

Pereira, A. (2000). O ensino de aspectos históricos e filosóficos da química e as teorias ácido-base do século XX. *Química nova*, 23(1), pp. 126 - 133.

Petrucci, R., Harwood, W., & Herring, F. (2003). *Química general*. Madrid: Pearson educación .

Pintrich, P., Marx, R., & Boyle, R. (1993). Beyond Cold Conceptual Change: The Role of Motivational Beliefs and Classroom Contextual Factors in the Process of Conceptual Change. *Review of Educational Research*, 63(2), pp. 167 - 199.

Posner, G., Strike, K., Hewson, P., & Gertzog, W. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education* , 66, pp. 211 - 227.

Pozo, J. (1989). *Teorías cognitivas del aprendizaje*. España: Ediciones morata.

Pozo, J. (1996). La psicología cognitiva y la educación científica. *Investigações em Ensino de Ciências*, 1(2), pp. 110 - 131.

Pozo, J., & Gómez, M. (1998). *Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Madrid: Ediciones morata.

Prince, M. (2004). Does active learning work? A review of the research. *Journal of Engineering Education* 93(3), 223 - 231.

Quintanilla, M. (2006). La ciencia en la escuela: Un saber fascinante para aprender a <leer el mundo>. *Pensamiento educativo*, 39 (2), 177 - 204.

Rebollo, M., Prieto, T., & Brero, V. (2005). Aproximación a la historia y epistemología del concepto de suelos: implicaciones didácticas. *Enseñanza de las Ciencias*, 1- 5.

Ribeiro, C. (2003). Metacognição: Um Apoio ao Procceso de Aprendizajem. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, 16(1), pp. 109 - 116.

Rodríguez, M. (2011). La teoría del aprendizaje significativo: una revisión aplicable a la escuela actual. *evista Electrònica d'Investigació i Innovació Educativa i Socioeducativa*, 3(1), pp. 29 - 50.

-
- Ruiz, F. (2007). Modelos didácticos para la enseñanza de las Ciencias Naturales. *Revista latinoamericana de estudios educativos*, 3(2), pp. 41 - 60.
- Salcedo, L., & García, J. (1997). Los suelos en la enseñanza de la teoría ácido-base de Lewis. Una estrategia didáctica de aprendizaje por investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, 15(1), 59 - 71.
- Scott, R., & Dunlap, J. (1995). Rich environments for active learning: a definition. *ALT - J*, 3(2), pp. 5 - 34.
- Silberman, M. (1998). *Aprendizaje activo: 101 estrategias para enseñar cualquier tema*. Buenos Aires: Troquel.
- Solbes, J. (2009). Dificultades de aprendizaje y cambio conceptual, procedimental y axiológico (I): Resumen del camino avanzado. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6(1), pp. 2 - 20.
- Szabadváry, F. (1964). Development of the pH concept: A historical survey. *Journal of chemical education*, 41(2), pp. 105 - 107.
- Szczerbacki, D., Duserick, F., Rummel, A., Howard, J., & Viggiani, F. (2000). Active learning in a professional undergraduate curriculum. *Developments in Business Simulation & Experiential Learning* 27, 272 - 278.

Talanquer, V. (2004). Formación docente: ¿Qué conocimiento distingue a los buenos maestros de química? *Educación química*, 60 - 66.

Torres, C., Castañeda, J., & Lugo, A. (2015). "Propuesta para el aprendizaje significativo de la química moderna: caso didáctico sobre la unidad de ácidos y bases". *Revista Iberoamericana de Producción Académica y Gestión Educativa*(2), 1 -13.

Trinidad-Velasco, R., & Garritz, A. (2003). Revisión de las concepciones alternativas de los estudiantes de secundaria sobre la estructura de la materia. *Educación química*, 14(2), pp. 92 - 105.

Tünnerman, C. (2011). El constructivismo y el aprendizaje de los estudiantes. *Universidades*, pp. 21 - 32.

Warren, R. (1997). Engaging students in active learning. *About Campus*, 16 - 20.

Watters, D., & Watters, J. (2006). Students understanding of pH. *Biochemistry and molecular Biology education* 34 (4), 278-284.

Wen Ling, J., & Mei-Hung, C. (2010). The mismatch between students' mental models of Acid/Bases and their sources and their teacher's anticipations thereof. *Internacional journal of Science Education*, 32(12), pp. 1617 - 1646.

Witten, K., Davis, R., Peck, L., & Stanley, G. (2015). *Química 10a edición*. México: Cengage learning.

Yus, R., & Rebollo, M. (1993). Aproximación a los problemas de aprendizaje de la estructura y formación del suelo en el alumnado de 12 a 17 años. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(3), 265 - 280.

Zapata, J. (2016). Contexto en la enseñanza de las ciencias: análisis al contexto en la enseñanza de la física. *Góndola, Enseñ Aprend Cienc*, 11(2), 193 - 211.

A. Anexo: Instrumentos Pre – Test

Instrumento preguntas abiertas



DEPARTAMENTO DEL HUILA
SECRETARIA DE EDUCACION
MUNICIPIO DE SUAZA
INSTITUCION EDUCATIVA ALTO HORIZONTE
Aprobado por Resolución 2870 DE 2016
Nit. 90058894-2 DANE: 2421770000642



Nombre: _____ Fecha: _____ Grado: _____

Cuestionario Pre – Test

A continuación, se plantean tres (3) situaciones que constan de un enunciado con términos relacionados a los conceptos de acidez y basicidad con sus respectivos interrogantes, los cuales deberán ser respondidos de manera individual, con letra clara y legible utilizando todo el espacio que dispone para su respuesta sin realizar tachón alguno.

1. La disponibilidad de elementos químicos esenciales en los suelos está estrechamente ligada con su grado de acidez o basicidad. Determinando así la presencia de Hierro, Nitrógeno, Fosforo, Potasio, Azufre y Calcio que son importantes en la nutrición vegetal. Con sus propias palabras defina: ¿Qué es un Acido? ¿Qué es una base? ¿Cómo calcularía usted que tan acido o básico es el suelo de su finca?

2. El resultado de una buena cosecha depende en gran parte de la relación entre las características del suelo y de la preparación apropiada del terreno ¿Qué propiedades del suelo tiene usted en cuenta al momento de cultivar?

¿Conoce un método especial que pueda ayudarle en la identificación de dichas propiedades?

3. De acuerdo con estudios realizados, la acidez de los suelos en el departamento del Huila se acentúa hacia la zona sur y disminuye hacia el norte, donde algunos suelos son alcalinos o ligeramente neutros. ¿Qué acciones o medidas aplica usted para preparar el suelo antes de la siembra?



**DEPARTAMENTO DEL HUILA
SECRETARIA DE EDUCACION
MUNICIPIO DE SUAZA
INSTITUCION EDUCATIVA ALTO HORIZONTE**

Aprobado por Resolución 2870 DE 2016
Nit. 90058894-2 DANE: 2421770000642



Nombre: _____ **Fecha:** _____ **Grado:** _____

Cuestionario Pre – Test

A continuación, se presenta un cuestionario con un total de trece (13) preguntas de selección múltiple con única respuesta con la finalidad de medir los pre saberes relacionados en los conceptos de acidez y basicidad, escala de pH, importancia de los ácidos y bases en el cuerpo humano como también su incidencia en el campo agrícola. Leer cuidadosamente cada uno de los ITEMS y seleccionar la respuesta que usted considere correcta.

Responder las preguntas 1 a la 4 a partir de la siguiente información:

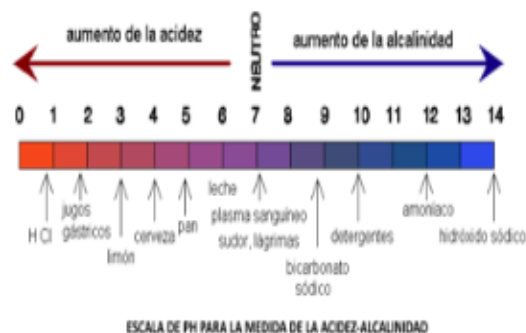
El pH es una medida de la acidez o basicidad de una solución. El pH es la concentración de iones o cationes hidrogeno $[H^+]$ presentes en determinada sustancia. La sigla significa "potencial de hidrogeno"

La escala de pH se establece en una recta numérica que va desde el 0 hasta el 14. El número 7 corresponde a las soluciones neutras. El sector izquierdo de la recta numérica indica acidez, que va aumentando en cuando más lejos se está del 7. Por ejemplo una solución que tiene el pH 1 es más ácida o más fuerte que aquella que tiene un pH 6.

De la misma manera, hacia la derecha del 7 las soluciones son básicas o alcalinas y son más fuertes o más básicas cuanto más se alejan del 7. Por ejemplo, una base que tenga pH 14 es más fuerte que una que tenga pH 8.

(Tomado de: http://serverenjp.unel.edu.ar/escuela/images/laboratorio_de_ph.pdf)

Lo anterior se puede representar en el siguiente gráfico:



(Imagen tomada de: <https://cienciapractica.files.wordpress.com/2011/05/ph1.jpg>)

1. De acuerdo con la gráfica, al adicionar bicarbonato sódico a la leche lo más probable es que:

- A. Disminuya la alcalinidad y el pH aumente.
- B. Aumenten la acidez y el pH.
- C. El pH aumente y disminuya la acidez.
- D. Disminuyan la alcalinidad y el pH.

2. Para neutralizar el pH del ácido de los jugos gástricos, se debe adicionar:

- A. Bicarbonato de sodio.
- B. Vinagre.
- C. Jugo de limón.
- D. Amoníaco.

3. De la gráfica se puede concluir que:

- A. Las sustancias alcalinas tienen pH neutro.
- B. El pH de la cerveza es ácido.
- C. El limón es una sustancia alcalina.
- D. En general los detergentes tienen pH ácido.

4. Una sustancia "A" tiene un pH 12, otra sustancia "B" tiene pH 7 y una sustancia "C" presenta un pH 2, es correcto afirmar que:

- A. La sustancia "A" es ácida y la sustancia "B" es neutra
- B. Las sustancias "A" y "C" son ácidas
- C. La sustancia "C" es ácida y la sustancia "A" es básica o alcalina
- D. La sustancia "B" es neutra y las sustancias "A" y "C" son Ácidas

Responder la pregunta 5 y 6 a partir del siguiente enunciado

En clase de Química, el docente ha diseñado una práctica de laboratorio con la finalidad de dar a conocer y demostrar con sus estudiantes lo pertinente a indicadores de pH naturales. Para ello emplea 3 sustancias de uso cotidiano y reduciendo posibles riesgos con su contacto tales como: son vinagre, agua y una solución de bicarbonato de sodio. Ya en el laboratorio, el docente procede a organizar a sus estudiantes en grupos de 3 integrantes y a cada uno le asigna la sustancia correspondiente y una hoja de repollo morado de la siguiente manera:

Grupo A: Vinagre + Hoja de repollo

Grupo B: Solución de Bicarbonato de Sodio + Hoja de repollo

Grupo C: Agua + Hoja de repollo

5. Ante los resultados de la práctica, los estudiantes pueden predecir que:

- A. Al sumergir la hoja del repollo en la muestra de agua, posiblemente cambiara de color morado a color verde.
- B. Al sumergir la hoja de repollo en la muestra de vinagre, posiblemente cambiara de color morado a rosado.
- C. Al sumergir la hoja de repollo en cualquiera de

las 3 sustancias, posiblemente no ocurra un cambio de coloración.

D. Al sumergir la hoja de repollo en la solución de bicarbonato de sodio, posiblemente cambiara de color morado a color azul

6. De acuerdo a los resultados obtenidos en la práctica, los estudiantes pueden concluir que:

- A. El repollo no muestra ningún cambio de coloración ante sustancias de pH ácido.
- B. El repollo no muestra ningún cambio de coloración ante las sustancias de pH básico.
- C. El cambio de coloración del repollo depende exclusivamente de la naturaleza química de la sustancia con la cual se realice la prueba.
- D. El repollo no puede ser empleado para la medición del pH.

7. Para controlar la acidez estomacal en un paciente con problemas de gastritis, el médico acostumbra recetar leche de magnesia, que contiene como principal componente químico hidróxido de magnesio $Mg(OH)_2$; una sustancia líquida de color blanco con pH básico o alcalino que debe ser suministrada por vía oral antes de cada comida. La acción de esta sustancia en el estómago será:

- A. Reducir la acidez estomacal
- B. Aumentar la acidez estomacal
- C. Aumentar la Basicidad o alcalinidad estomacal
- D. Permanezca constante el pH estomacal

8. El pH del cuerpo humano es ligeramente básico o alcalino, su valor oscila entre 7,35 y 7,45 lo cual permite un correcto funcionamiento de células, órganos y tejidos. El equilibrio del pH se mantiene gracias a los buenos hábitos alimenticios y dietas ricas en frutas y verduras. Si una persona a diario consume en exceso alimentos cuyo pH es ácido tal como las bebidas gaseosas, la leche y el café, con el paso del tiempo lo más posible es que:

- A. El pH del cuerpo este en un valor mayor a 7 produciendo alcalosis
- B. El pH del cuerpo este en un valor menor a 7 produciendo acidosis
- C. El pH no altere el funcionamiento del organismo
- D. El pH del cuerpo permanezca estable

9. La ceniza se obtiene a partir de la quema de leña y carbón vegetal en fogones o estufas artesanales utilizadas para la preparación de los alimentos en el área rural, ante la imposibilidad de contar con el servicio de gas domiciliario. La ceniza es fácil de manejar y aplicar, tanto en huertos como jardines, para proteger las plantas del ataque de plagas y enfermedades generando un efecto en la reacción con el suelo, ya que la ceniza presenta un pH alcalino o básico. Por lo tanto si se aplicara sobre un suelo ácido su efecto sería:

- A. El pH del suelo aumenta, volviéndose este menos ácido
- B. El pH del suelo permanece neutro, por lo tanto no causa ninguna alteración al suelo.
- C. El pH del suelo aumenta, volviéndose este aún más básico
- D. El pH del suelo aumenta, volviéndose este aún más ácido.

10. Se considera que un suelo es cultivable si su pH oscila entre 4,8 y 8,0. Es así como la alfalfa, espárragos, lechuga, espinaca y la coliflor se deben cultivar en suelos ligeramente alcalinos, neutros o ligeramente ácidos. En cambio, cultivos como el trigo, maíz, soya, frijol, y tomate se deben cultivar preferiblemente en suelos ácidos. Por tanto, es correcto afirmar que:

- A. El pH 8.0 es ideal para cultivar tomates
- B. El pH 4.5 es recomendable para cultivar coliflor
- C. Los suelos con valores de pH cercanos a 5.0 son ideales para cultivar maíz
- D. En pH 7.5 se recomienda cultivar trigo, maíz y soya.

11. Los suelos óptimos para el cultivo del café presentan un pH entre 5.0 y 5.5, por lo cual al cafetero no le conviene suelos con valores de acidez menores a 5.0 o superiores a 5.5 pues se dificulta la nutrición del cultivo. Si a este cultivo se le aplicara una sustancia X con la intención de controlar algún tipo de plaga, Aumentaría su acidez. Por tanto:

- A. El pH de la sustancia X es ácido
- B. La sustancia X tiene un pH básico
- C. La sustancia X debe ser agua
- D. Al aplicar la sustancia X aumentaría la concentración de iones hidroxilos (OH^-)

12. Una práctica muy común en el ámbito agrícola es la utilización de la cal mediante una técnica denominada encalado, con la intencionalidad de corregir la acidez de los suelos previamente a la siembra de un determinado cultivo mejorando así las propiedades del suelo y disponibilidad de nutrientes para la planta, aunque vale resaltar que su uso excesivo es muy peligroso y puede tener resultados negativos en las prácticas agrícolas. Teniendo en cuenta el texto, y de acuerdo al efecto que causa la cal en el suelo se puede afirmar que el pH de esta sustancia es:

- A. Ácido
- B. Neutro
- C. Básico
- D. No tiene pH

13. En las prácticas agrícolas tradicionales, el estiércol animal (materia orgánica) es utilizado como abono con la finalidad de acondicionar y aportar nutrientes al suelo, regular gradualmente su pH y mejorar de igual forma la actividad microbiana del mismo modificando sus características. Cuando la materia orgánica se descompone las bacterias y otros microorganismos se alimentan de ella generando nuevos productos de carácter ácido en el proceso, ocasionando:

- A. Disminuye la disponibilidad de nutrientes en el suelo
- B. Disminución del pH en el suelo, haciendo de este más ácido
- C. Aumento en el pH en el suelo, haciendo de este un medio básico o alcalino.
- D. Aumenta la disponibilidad de agua en el suelo



DEPARTAMENTO DEL HUILA
SECRETARIA DE EDUCACION
 MUNICIPIO DE SUAZA
INSTITUCION EDUCATIVA ALTO HORIZONTE
 Aprobado por Resolución 2870 DE 2016
 Nit. 90058894-2 DANE: 2421770000642



CUESTIONARIO DE ACTITUDES DE LOS ESTUDIANTES DEL GRADO OCTAVO Y NOVENO FRENTE AL APRENDIZAJE DE LA QUIMICA

A continuación se presenta una serie de enunciados sobre las actitudes hacia el área. Marque con una X la opción que más se aproxime a su condición. Tenga en cuenta la siguiente escala: TA= Totalmente de acuerdo; A= De acuerdo; I = Indiferente (ni de acuerdo, ni desacuerdo); D = En desacuerdo; TD = Totalmente en desacuerdo

Nº	Ítem	TA	A	I	D	TD
1	La clase de química me agrada más que otras asignaturas					
2	Considero que los temas vistos en la clase de química son importantes para mi vida diaria					
3	La didáctica y demás herramientas utilizadas por el profesor de química para orientar la clase son de mi agrado y despiertan mi interés por el aprendizaje.					
4	La forma en que se desarrollan las actividades de clase genera apatía y aburrimiento.					
5	Debo esforzarme mucho para aprender los temas en la clase de química					
6	Las clases de química generan estrés y nerviosismo.					
7	Las actividades de laboratorio o de campo me ayudan a aplicar lo visto en clase.					
8	Participo activamente durante el desarrollo de la clase de química					
9	Encuentro relación y sentido entre lo aprendido en las clases de química con mi vida cotidiana					
10	Me parece interesante consultar e investigar más sobre lo visto en clase					

B. Anexo: Instrumentos Post – Test



DEPARTAMENTO DEL HUILA
SECRETARIA DE EDUCACION
MUNICIPIO DE SUAZA
INSTITUCION EDUCATIVA ALTO HORIZONTE
Aprobado por Resolución 2870 DE 2016
Nit. 90058894-2 DANE: 2421770000642



Nombre: _____ Fecha: _____ Grado: _____

Instrumento Post - Test

Este cuestionario cuenta con un total de diez y seis (16) preguntas de selección múltiple con única respuesta, cada pregunta consta de un enunciado y cuatro opciones de respuesta (A, B, C y D). Leer cuidadosamente cada uno de los ITEMS y encerrar en un ovalo la respuesta que usted considere correcta.

Responder las preguntas 1 a la 3 a partir de la siguiente información

El siguiente esquema muestra la escala de pH y el valor de pH de algunos productos comunes:



(Imagen tomada de: <https://cienciapractica.files.wordpress.com/2011/05/ph1.jpg>)

1. De acuerdo con la gráfica, al adicionar bicarbonato sódico a la leche lo más probable es que

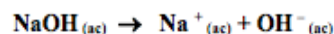
- A. Disminuya la alcalinidad y el pH aumente.
- B. Aumenten la acidez y el pH.
- C. El pH aumente y disminuya la acidez.
- D. Disminuyan la alcalinidad y el pH.

2. Para neutralizar el pH del ácido de los jugos gástricos, se debe adicionar

- A. Bicarbonato de sodio.
- B. Vinagre.
- C. Jugo de limón.
- D. Amoníaco.

3. De la gráfica se puede concluir que

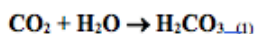
- A. Las sustancias alcalinas tienen un pH neutro
 - B. Los detergentes se pueden neutralizar con amoníaco
 - C. El limón es más ácido que el HCl
 - D. En general los alimentos tienen un pH ácido
4. A continuación se presenta la siguiente reacción química



El hidróxido de sodio (NaOH) al disolverse en agua, se disocia en iones Na^+ y OH^- incrementando su concentración, estableciendo así una relación entre las propiedades de los ácidos y bases en disolución acuosa. Esto puede ser explicado desde la teoría postulada por

- A. Lewis
- B. Brønsted – Lowry
- C. Arrhenius
- D. Usanovich

5. Durante la respiración celular se genera dióxido de carbono (CO_2) que se libera al torrente sanguíneo, donde puede reaccionar con agua para formar ácido carbónico (H_2CO_3) y contribuir, consecuentemente, al equilibrio ácido – base en nuestro cuerpo, como se representa en las siguientes ecuaciones



En la reacción 2, el ácido carbónico se ioniza formando iones bicarbonato e hidrogeno actuando como ácido según la teoría postulada por

- A. Lewis
- B. Brønsted – Lowry
- C. Arrhenius
- D. Usanovich

6. El pH metro es uno de los instrumentos más importantes de un laboratorio químico y está destinado a medir el pH de una solución por medio de un sensor (electrodo) y determinar la acidez, basicidad o neutralidad de cualquier solución.

Un estudiante mide el pH de cinco soluciones utilizando un pH metro de alta sensibilidad y los resultados obtenidos se presentan en la siguiente tabla

Solución	pH
X	1.5
Y	2.0
Z	5.5
W	6.0
R	6.5

Tabla 1. Resultados de las mediciones con el pH metro

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, se puede afirmar que

- A. La acidez de W es mayor que X
- B. La solución más ácida es R
- C. La acidez de X es menor que Z
- D. La solución más ácida es X

7. El pH de una solución se puede determinar mojando con unas gotas de la solución una tira de papel indicador. Éste cambia de color de acuerdo con las características ácidas o básicas de la solución. La tabla 1 muestra el comportamiento de un papel indicador.

Color del papel indicador	Intervalo de pH
Purpura	0 - 6
Azul	8 - 14

Tabla 1. Comportamiento indicador ácido – base

La tabla 2 muestra los resultados de una práctica de laboratorio en donde se utilizó papel indicador utilizando distintos productos de uso cotidiano.

Producto Comercial	Color del papel indicador
Vinagre	Purpura
Bicarbonato de Sodio	Azul
Enjuague Bucal	Purpura
Alka – Seltzer	Azul

Tabla 2. Prueba con papel indicador en distintos productos de uso cotidiano.

De acuerdo con la información anterior, los productos que pueden tener un pH ácido son

- A. Vinagre y el bicarbonato de sodio.
- B. Vinagre y el enjuague bucal.
- C. Alka-seltzer y el bicarbonato de sodio.
- D. Alka-seltzer y el enjuague bucal.

Responda las preguntas 8 a partir de la siguiente información

El pH es la medida del grado de acidez o basicidad de una solución. Un pH menor que 7 es ácido y un pH mayor que 7 es básico. Cuando la concentración de los iones H^+ y OH^- es igual, se dice que el medio se ha neutralizado y el pH es igual a 7. A partir del valor de pH de una solución, se puede determinar la concentración de iones H^+ a partir de la siguiente ecuación:

$$[H^+] = 10^{-pH}$$

La siguiente tabla muestra el valor de pH de cuatro soluciones

Solución	X	Y	Z	W
pH	6.6	3.5	5.0	2.9

8. De acuerdo con la tabla anterior, es correcto afirmar que la solución que presenta la mayor concentración de iones H^+ es la solución

- A. Solución X
- B. Solución Z
- C. Solución Y
- D. Solución W

9. En el sector rural la ceniza se obtiene a partir de la quema de leña y carbón vegetal en fogones o estufas artesanales utilizadas para la preparación de los alimentos, ante la imposibilidad de contar con el servicio de gas domiciliario. La ceniza es fácil de manejar y aplicar, tanto en huertos como jardines, para proteger las plantas del ataque de plagas y enfermedades generando una reacción con el suelo, ya que la ceniza presenta un pH alcalino o básico. Por tanto si se aplicara sobre un suelo ácido, el pH de este

- A. Aumenta, volviéndose este menos ácido
- B. Permanece neutro, por lo tanto no causa ninguna alteración al suelo.
- C. Aumenta, volviéndose este aún más básico
- D. Aumenta, volviéndose este aún más ácido.

10. Se considera que un suelo es cultivable si su pH oscila entre 4,8 y 8,0. Es así como la alfalfa, espárragos, lechuga, espinaca y la coliflor se deben cultivar en suelos ligeramente alcalinos, neutros o ligeramente ácidos. En cambio, cultivos como el trigo, maíz, soya, frijol, y tomate se deben cultivar preferiblemente en suelos ácidos. Por tanto, es correcto afirmar que un pH

- A. 8.0 es ideal para cultivar tomates
- B. 4.5 es recomendable para cultivar coliflor
- C. Cercano a 5.0 son ideales para cultivar maíz
- D. 7.5 se recomienda cultivar trigo, maíz y soya.

11. Los suelos óptimos para el cultivo de café presentan un pH entre 5.0 y 5.5, por lo cual al cafetero no le conviene suelos con valores de pH diferentes a 5.0 o superiores a 5.5 pues se dificulta la nutrición del cultivo. Si a este cultivo se le aplica una sustancia X con la intención de controlar algún tipo de plaga, y además aumentar su acidez. Por tanto

- A. El pH de la sustancia X es ácido
- B. La sustancia X tiene un pH básico
- C. La sustancia X debe ser agua
- D. Al aplicar la sustancia X aumentaría la concentración de iones hidroxilo $[OH^-]$

12. Una práctica muy común en el ámbito agrícola es la utilización de la cal mediante una técnica denominada encalado, con la intencionalidad de disminuir la acidez de los suelos previamente a la siembra de un determinado cultivo mejorando así las propiedades del suelo y disponibilidad de nutrientes para la planta, aunque vale resaltar que su uso excesivo es muy peligroso y puede tener resultados negativos en las prácticas agrícolas. Teniendo en cuenta el texto, y de acuerdo al efecto que causa la cal en el suelo se puede afirmar que el pH de esta sustancia es:

- A. Ácido
- B. Neutro
- C. Básico
- D. No tiene pH

13. En las prácticas agrícolas tradicionales, el estiércol animal (materia orgánica) es utilizado como abono con la finalidad de acondicionar y aportar nutrientes al suelo, regular gradualmente su pH y mejorar de igual forma la actividad microbiológica del mismo modificando sus características. Cuando la materia orgánica se descompone las bacterias y otros microorganismos se alimentan de ella generando nuevos productos de carácter ácido en el proceso, ocasionando

- A. Disminución de la disponibilidad de nutrientes en el suelo
- B. Disminución del pH en el suelo, haciendo de este más ácido
- C. Aumento en el pH en el suelo, haciendo de este un medio básico o alcalino.
- D. Aumento en la disponibilidad de agua en el suelo

14. Un agricultor contrata a un experto para que realice estudios respecto al pH del suelo en donde va a cultivar plátano. A los pocos días, le hacen entrega de los resultados de las muestras tomadas y allí se especifica que el suelo en donde piensa cultivar tiene un pH 10, y el plátano requiere un pH óptimo de 4.5. Para sembrar plátano, el agricultor requiere usar

- A. Ceniza como enmienda para corregir la concentración de OH^-
- B. Cal agrícola como enmienda para corregir la concentración de OH^-
- C. Una enmienda con pH ácido para neutralizar la concentración de iones OH^-
- D. Suficiente agua el fin de disolver los iones OH^- y disminuir su concentración

Responda la pregunta 15 a partir de la siguiente información

La siguiente tabla muestra la concentración de iones $[\text{H}^+]$ de algunas sustancias cotidianas:

Sustancia	Café	Gaseosa	Jabón de manos	Sangre	Bicarbonato
Concentración $[\text{H}^+]$	1.0×10^{-5}	1.0×10^{-3}	1.0×10^{-10}	4.0×10^{-8}	1.0×10^{-9}

15. De acuerdo con la tabla anterior, podemos afirmar que el pH de la gaseosa corresponde a

- A. 5
- B. 3
- C. 9
- D. 10

16. El pH de una solución acuosa disminuye al aumentar la concentración molar de iones hidrogeno $[\text{H}^+]$. En la tabla se indican las concentraciones de iones de hidrogeno en las soluciones M, N, O y P.

Solución de Ácido	Concentración de iones hidrogeno
M	2.0×10^{-4}
N	4.0×10^{-3}
O	1.0×10^{-5}
P	3.0×10^{-2}

De lo anterior, es válido afirmar que el pH de la solución

- A. M es mayor que el de la solución O
- B. O es menor que el de la solución P
- C. N es mayor que el de la solución M
- D. P es menor que el de la solución N



DEPARTAMENTO DEL HUILA
SECRETARIA DE EDUCACION
MUNICIPIO DE SUAZA
INSTITUCION EDUCATIVA ALTO HORIZONTE
 Aprobado por Resolución 2870 DE 2016
 Nit. 90058894-2 DANE: 2421770000642



CUESTIONARIO DE ACTITUDES POR PARTE DE LOS ESTUDIANTES DE GRADO OCTAVO Y NOVENO HACIA EL APRENDIZAJE DEL CONCEPTO pH A TRAVÉS DEL USO DEL SUELO

A continuación se presenta una serie de enunciados sobre las actitudes de los estudiantes durante la aplicación de la propuesta didáctica. Marque con una X la opción que más se aproxime a su condición. Tenga en cuenta la siguiente escala: TA = Totalmente de acuerdo; A = De acuerdo; I = Indiferente (ni de acuerdo, ni desacuerdo); D = En desacuerdo; TD = Totalmente en desacuerdo.

Nº	Ítem	TA	A	I	D	TD
1	La propuesta metodológica desarrollada por el profesor en la enseñanza de los conceptos fue de mi agrado.					
2	Considero que los temas vistos durante el desarrollo de la propuesta son importantes para mi vida diaria					
3	Encontré relación y sentido entre lo aprendido con mi vida cotidiana.					
4	La forma en que se desarrollaron las actividades generó apatía y aburrimiento.					
5	Las actividades desarrolladas durante la ejecución de la propuesta, vinculó a miembros de la comunidad en donde habito.					
6	La didáctica y demás herramientas utilizadas por el profesor de química durante el desarrollo de la propuesta fueron de mi agrado y despertaron mi interés por el aprendizaje.					
7	Las actividades de laboratorio o de campo me ayudaron a relacionar mis conocimientos previos con los nuevos aprendizajes.					
8	Participo activamente durante el desarrollo de las actividades realizadas durante la aplicación de la propuesta.					
9	Los nuevos aprendizajes pueden ser reproducidos y aplicados en mi vida cotidiana.					
10	Me pareció interesante consultar e investigar más sobre lo visto con distintos miembros de mi comunidad.					

C. Anexo: Guías didácticas

Aprendizaje activo en la enseñanza del concepto pH a través del estudio del suelo.



GUÍA DE TRABAJO NÚMERO 1

Nombre Estudiante: _____

Grado: _____

Docente: Sergio Leonardo Rojas

Introducción

Esta guía de trabajo ha sido diseñada con el fin de orientar y facilitar el proceso de enseñanza y aprendizaje en el área de química, específicamente en lo referente al concepto pH y su estudio a través de las propiedades de los suelos en los estudiantes de grado 8º y 9º de la INSTITUCION EDUCATIVA ALTO HORIZONTE, aplicando una metodología basada en el aprendizaje activo partiendo de la exploración de saberes previos infundados en los estudiantes a partir de su cotidianidad.

Durante el desarrollo de esta guía el estudiante tendrá la oportunidad de retroalimentar sus saberes a través de actividades individuales y grupales de tipo experimental adaptadas al contexto socio cultural y del ambiente en que se desarrolla el educando.

Para facilitar su aplicación, la guía didáctica ha sido diseñada en tres fases principalmente siguiendo como pautas los ejes temáticos establecidos para la construcción de la secuencia didáctica.

Esta guía didáctica será desarrollada en 3 fases organizadas por ejes temáticos, descritos a continuación:

- Primera fase: concepto ácido – base y su escala de medición
- Segunda fase: relación de los conceptos ácido – base con el suelo y sus componentes
- Tercera Fase: Indicadores ácido – base

En su elaboración, se han incluido aspectos relevantes en los procesos de enseñanza y aprendizaje tales como: la exploración de los pre saberes de los estudiantes, la experimentación, trabajo en equipo, planteamiento de hipótesis o predicciones, estudio de teorías y nociones matemáticas para el afianzamiento de los conceptos asociados a pH.

Obstáculos Epistemológicos:

- ✓ La falta de conceptualización a nivel macroscópico y microscópico sobre el comportamiento de ácidos y bases
- ✓ Los estudiantes presentan dificultad para comprender la relación inversa entre pH y el grado de acidez de una sustancia
- ✓ La mayoría de los estudiantes identifican la acidez de una sustancia por su sentido del gusto, desde lo sensorial e intuitivo.

Objetivos de la guía

Objetivo General:

- Proponer una serie de actividades que permita establecer un dialogo entre los saberes previos del estudiante y el lenguaje abstracto de la química, estableciendo una relación entre el diario vivir del estudiante y el aprendizaje de los conceptos asociados a pH.

Objetivos Específicos:

- Diseñar actividades que permitan el afianzamiento de los conceptos asociados a pH, su relación con la cotidianidad y utilidad propia dentro de su contexto socio cultural.
- Simplificar la enseñanza de los conceptos asociados a pH incentivando la participación de los estudiantes mediante actividades significativas que fomenten la interacción con sus semejantes permitiendo la apropiación del conocimiento.
- Evaluar el efecto de las actividades a partir de la apropiación de los nuevos saberes adquiridos como también el grado de aceptación y pertinencia en la enseñanza de la química.

Algunas recomendaciones que nos ayuden a realizar un mejor trabajo

A continuación, se presenta una serie de observaciones generales para trabajo en laboratorio. *En el desarrollo de estas prácticas no se utilizarán sustancias peligrosas.*

- Antes de comenzar una práctica se debe conocer y entender los procesos que se van a realizar.
- Seguir a cabalidad las instrucciones, observaciones u orientaciones impartidas por el docente.
- Mantenerse en silencio y estar concentrados en el trabajo que están realizando.
- En caso de ingestión de alguna sustancia de manera accidental, lavar la boca con suficiente agua.
- En caso de presentarse salpicadura sobre ojos y la piel la zona afectada con abundante agua.
- Tener presente que materiales o sustancias a muy bajas temperaturas también, pueden producir quemaduras
- Evitar inhalar los vapores de productos químicos.
- Si en alguna ocasión hay que probar una sustancia, la forma correcta es tomar una gota de la sustancia con ayuda de un gotero, poner sobre la punta de la lengua y luego lavar con suficiente agua.
- Nunca se debe acercar la nariz para inhalar directamente sobre la sustancia. Si en alguna ocasión hay que oler una sustancia, la forma correcta de olerla es dirigir un poco del vapor hacia la nariz, ayudándose con la mano.

Adaptado de: https://www.mineduacion.gov.co/1759/articles-355749_recurso_normatividad.pdf

Un breve repaso...

Como recordarás, materia es todo lo que nos rodea, es todo aquello que tiene masa y ocupa un lugar en el espacio. La química es la ciencia que estudia la materia, sus propiedades, su constitución cualitativa y cuantitativa, los cambios que experimenta, así como las variaciones de energía que acompañan a las transformaciones en las que interviene.

Propiedades generales o extrínsecas: Las propiedades generales son las propiedades comunes a toda clase de materia; es decir, no nos proporcionan información acerca de la forma como una sustancia se comporta y se distingue de las demás. Las propiedades generales más importantes son: masa, peso, volumen e inercia.

Propiedades específicas o intrínsecas: Son características de cada sustancia y permiten diferenciar un cuerpo de otro. Las propiedades específicas se clasifican en propiedades físicas (solubilidad, punto de ebullición punto de fusión, densidad, dureza) químicas y organolépticas.

SABOR: Propiedad organoléptica de la materia que puede ser percibida a través del sentido del gusto				
AMARGO	ÁCIDO	SALADO	DULCE	AGRIO

Propiedades organolépticas: Son aquellas que se determinan a través de las sensaciones percibidas por los

TEXTURA: Propiedad organoléptica de la materia que consiste en la sensación al tacto con objetos o sustancias (en sólidos) o visual (en líquidos)

SOLIDOS					LIQUIDOS	
LISA	ÁSPERA	RUGOSA	PEGAJOSA	POROSA	ACEITOSA	VISCOSA


órganos de los sentidos. Por ejemplo, el color, el olor, el sabor, el sonido y la textura, su descripción se puede detallar a continuación:

OLOR: Propiedad organoléptica de la materia que puede ser percibida a través del sentido del olfato.								
FRUTAL (NO CITRICO)	QUIMICO	LEÑOSO	FRAGANTE O FLORAL	MENTOLADO	PUTRIDO	RANCIO	DULCE	AHUMADO

ACTIVIDAD 1: El pH en la cotidianidad

Materiales: Vinagre, Leche de Magnesia, Leche Entera, Bicarbonato de Sodio, Jugo de Limón, Sal de frutas.



- 
- ✓ **Instrucción:** Teniendo en cuenta la guía de recomendaciones para la manipulación de sustancias en el laboratorio y haciendo uso del sentido del gusto, olfato y tacto, completar cada una de las tablas que se presentan a continuación:
 - ✓ En un primer momento, predecir de forma individual las características de cada una de las sustancias mencionadas, sin realizar contacto con las mismas
 - ✓ Luego, en parejas realizar el ejercicio de predicción de las características de cada una de las sustancias
- ✓ Las predicciones deben quedar registradas en las tablas que contiene la presente guía
 - ✓ Luego de las predicciones, y de manera cuidadosa percibir a través del tacto, olfato, gusto y vista las características de cada una de las sustancias (o disolver en una pequeña cantidad de agua cuando lo requiera)
 - ✓ Tomar apuntes en el cuaderno de química de los resultados obtenidos después de la experimentación y comparar con las predicciones realizadas inicialmente

Predicciones:

Muestra	DESCRIPCION INDIVIDUAL	DESCRIPCION GRUPAL
Vinagre	Color	Color
	Sabor	Sabor
	Textura	Textura
	Estado Físico	Estado Físico
	Solubilidad en Agua	Solubilidad en Agua

Muestra	DESCRIPCION INDIVIDUAL	DESCRIPCION GRUPAL
Bicarbonato	Color	Color
	Sabor	Sabor
	Textura	Textura
	Estado Físico	Estado Físico
	Solubilidad en Agua	Solubilidad en Agua

Muestra	DESCRIPCION INDIVIDUAL	DESCRIPCION GRUPAL
Leche entera	Color	Color
	Sabor	Sabor
	Textura	Textura
	Estado Físico	Estado Físico
	Solubilidad en Agua	Solubilidad en Agua

Muestra	DESCRIPCION INDIVIDUAL	DESCRIPCION GRUPAL
Leche de magnesia	Color	Color
	Sabor	Sabor
	Textura	Textura
	Estado Físico	Estado Físico
	Solubilidad en Agua	Solubilidad en Agua

Muestra	DESCRIPCION INDIVIDUAL	DESCRIPCION GRUPAL
Sal de frutas	Color	Color
	Sabor	Sabor
	Textura	Textura
	Estado Físico	Estado Físico
	Solubilidad en Agua	Solubilidad en Agua

Muestra	DESCRIPCION INDIVIDUAL	DESCRIPCION GRUPAL
Limón	Color	Color
	Sabor	Sabor
	Textura	Textura
	Estado Físico	Estado Físico
	Solubilidad en Agua	Solubilidad en Agua

Analizando lo observado...

Instrucción: A partir de las sensaciones percibidas en la experiencia anterior, responder los siguientes interrogantes a nivel individual inicialmente y luego a nivel grupal.



INVESTIGACIÓN	PREDICCIÓN INDIVIDUAL	PREDICCIÓN GRUPAL
¿De las anteriores, cuales sustancias considera usted como ácidas?		
¿De las anteriores, cuales sustancias considera usted como básicas?		
¿Qué criterios ha establecido para realizar la anterior clasificación?		
¿Qué características cree usted que posee una sustancia ácida?		

Actividad 2: Construyendo saberes



Instrucción: Partiendo de las sensaciones percibidas a través de los sentidos durante la actividad 1, responder cada uno de los interrogantes que se presentan a continuación, a nivel individual inicialmente y luego a nivel grupal

Lo que sabemos: consiste en definir con sus propias palabras ¿Qué es un ácido? ¿Qué es una base? inicialmente de forma individual, y luego en parejas previo a la discusión de los resultado de la actividad número 1

Lo que sabemos: esta actividad será desarrollada luego de realizar la socialización en plenaria (profesor - estudiantes) de cada una de las predicciones realizadas, y replantear las definiciones dadas inicialmente para cada uno de los conceptos.

<i>Interrogante</i>	<i>Lo que sabemos</i>		<i>Lo que aprendimos</i>	
	<i>Momento Individual</i>	<i>Momento Grupal</i>	<i>Momento Individual</i>	<i>Momento Grupal</i>
<i>¿Qué es un Ácido?</i>				

<i>Interrogante</i>	<i>Lo que sabemos</i>		<i>Lo que aprendimos</i>	
	<i>Momento Individual</i>	<i>Momento Grupal</i>	<i>Momento Individual</i>	<i>Momento Grupal</i>
<i>¿Qué es una Base?</i>				



Acerca de las sustancias en cuestión...

Instrucción: Con la intención de profundizar y conocer las características físicas y química de las sustancias utilizadas en la actividad número 1, leer atentamente la siguiente lectura, y contrastar con las respuestas dadas en las actividades anteriores.

Vinagre

Desde el siglo IV a.C. el vinagre ha tenido gran importancia en la sociedad gracias a sus múltiples aplicaciones no solo en la cocina, como conservante y aliño, sino como desinfectante para las heridas

*El vinagre es el resultado de la fermentación de los azúcares del vino (en el vino el alcohol deriva en azúcar) o las frutas. Esta fermentación da lugar al **ácido acético**, que es el responsable de las características agrias y ácidas, desinfectantes y depurativas del vinagre.*

Leche de Magnesía

La leche de magnesia es una suspensión alcalina. Cuando se pone en contacto con el ácido lo neutraliza. El ácido clorhídrico generado por las células del estómago a menudo conduce a la acidez, indigestión, úlceras de estómago y estreñimiento. Por lo tanto, $Mg(OH)_2$ está destinado para curar el estreñimiento y la indigestión ya que neutraliza el ácido estomacal.

Charles Henry Phillips, en el año 1880 desarrollo la fórmula de la leche de magnesia. Vendió la mezcla bajo el nombre Phillips Milk of Magnesia.

Leche de Vaca

La leche de vaca es uno de los alimentos más económicos para el ser humano, ya que suministra proteínas con un alto valor nutritivo y es mucho más barata que los huevos y el pescado. La importancia alimentaria de la leche recibe principalmente en las proteínas, el calcio y las vitaminas A, B1 y B2. La leche es una mezcla de sustancias definidas como: lactosa, glicéridos de ácidos grasos, caseína, albumina y sales minerales.

La leche es la base principal de todos los productos lácteos y su consumo varía de acuerdo a cada región y a las diversas condiciones de vida que prevalecen.

Bicarbonato de Sodio.

*El bicarbonato de sodio es un tipo de sal blanca que se utiliza principalmente como neutralizador de ácidos, pero también es muy usado en el hogar en la culinaria, en la panadería y repostería. Su textura cristalina de color blanca se disuelve en agua para poder ser ingerido de manera sencilla y sin restar propiedades, aunque se utiliza sobre todo como **medicamento natural**, también podemos utilizarlo en la cocina, como remedio casero para asuntos de belleza o incluso como limpiador del hogar.*

Limón

El limón ocupa un primer lugar entre los frutos curativos, preventivos y de aporte vitamínico, transformándolo en un gran eliminador de toxinas y un poderoso bactericida. Posee vitamina C en abundancia que refuerza las defensas del organismo para evitar enfermedades, sobre todo de las vías respiratorias que van desde un simple catarro, ronquera, amigdalitis, hasta pulmonías, bronquitis, congestiones, gripe, pleuresías, asma etc.

La **vitamina C** o **ácido ascórbico** posee gran poder desinfectante y tiene además una acción antitóxica frente a los venenos microbianos y medicamentosos. Junto a la vitamina C se encuentra la vitamina P que ayuda a tonificar los capilares y vasos sanguíneos.



Sal de Frutas

La sal de frutas es un producto muy popular presente en muchos hogares. Pero el hecho de que sea conocida comúnmente no implica que estemos al tanto de sus usos ni que sepamos la forma correcta de emplearla.

Este producto efervescente, que debe mezclarse siempre con agua, se utiliza para el tratamiento del malestar gastrointestinal, actuando de forma efectiva especialmente cuando hemos comido más de lo debido. Está compuesto mayoritariamente por bicarbonato de sodio y saborizado con cítricos para aportarle un gusto agradable, haciendo que resulte fácil de ingerir.

Algo de historia sobre ácidos y bases



Introducción

Desde hace más de 300 años, los químicos han clasificado como ácidos a sustancias que se comportan como el vinagre, y a las que tienen las propiedades de las cenizas como bases o álcalis.

El nombre “ácido” se deriva de **acidus**, que significa “**agrio**” en latín, e indica el olor y sabor agudo de muchos ácidos. El jugo de limón sabe ácido porque contiene ácido cítrico, la leche al descomponerse forma ácido láctico, se puede atribuir el olor agrio de las carnes o la mantequilla descompuesta a sustancias como el ácido butírico que se forma cuando se descompone la grasa.

Otra propiedad característica de los ácidos es su capacidad de cambiar el color de colorantes vegetales, como el tornasol. Este es un colorante azul, extraído de ciertos líquenes, que se vuelve rojo en presencia de un ácido.

Las bases también se denominan **álcalis**, nombre que proviene del griego **alqili** y que significa “ceniza”, porque estas eran la fuente de donde se obtenían los álcalis. Sus propiedades características incluyen un sabor amargo, viran el color del tornasol de rojo a azul, al tacto son resbalosas o jabonosas, y reaccionan con los metales formando hidróxidos, frecuentemente insolubles.

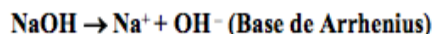
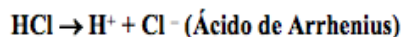
Los ácidos y las bases forman soluciones de electrolitos, capaces de conducir la electricidad. No obstante, muestran propiedades químicas diferentes. Por ejemplo, los ácidos reaccionan con ciertos metales, como magnesio, zinc o hierro, produciendo hidrógeno gaseoso.

Las propiedades de ácidos y bases se conocen desde la antigüedad, pero no fue sino hasta 1834 cuando Michael Faraday descubrió que las soluciones de ácidos y bases son electrolitos, que fue posible intentar explicarlas. Existen diferentes teorías para explicar el comportamiento de ácidos y bases, que han evolucionado desde las específicas hasta abarcar el comportamiento en forma general.

Teoría de Svante Arrhenius

El químico sueco Svante Arrhenius (1859-1927) formuló en 1884 el primer concepto teórico sobre el comportamiento de ácidos y bases, partiendo del efecto que tienen estas sustancias sobre el agua, cuando se encuentran formando soluciones acuosas. Arrhenius propuso que: *un ácido es una sustancia que cuando se disuelve en agua incrementa la concentración de iones hidrógeno, $[H^+]$. Mientras que, una base se define como toda sustancia capaz de incrementar la concentración de iones hidroxilo, $[OH^-]$, en solución acuosa.*

Por lo anterior, un **ácido de Arrhenius** es cualquier sustancia que se ioniza al disolverse en agua y produce H^+ , o ion hidrogeno. Una **base de Arrhenius** es cualquier sustancia que produce iones OH^- , un hidroxilo cuando se disuelve en agua como se puede observar a continuación:

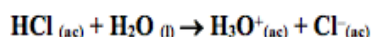


Teoría de Brønsted - Lowry

En 1923, en forma simultánea, pero por separado, los químicos Johannes Brønsted (1879-1947) y Thomas Lowry (1874-1936) se basa en la hipótesis que los ácidos ceden, dan o donan iones H^+ a otro ion o molécula que actúa como base.

Sobre esta base, aportaron una definición más amplia de ácidos y bases, según la cual, *un ácido es una especie capaz de ceder uno o más protones (iones H^+), en tanto que una base es una sustancia capaz de aceptar dichos protones.*

Según su modelo, el HCl no se disocia en agua para formar H^+ y Cl^- . En lugar de ello, se transfiere un ion de H^+ del HCl de una molécula de agua para formar H_3O^+ , conocido como ion hidronio y un ion Cl^- como se ve en la siguiente reacción:

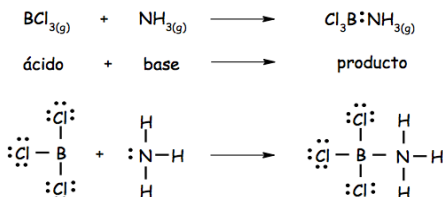


Hay dos formas de dar nombre al ion H^+ , algunos lo llaman ion hidrogeno, y otros lo llaman protón. Por tanto, a los **ácidos de Brønsted** se les llama donadores de ion hidrogeno o donadores de protón. Las **bases de Brønsted** son aceptores de ion hidrogeno o aceptores de protón.

Teoría de Lewis

Bajo los conceptos de ácido y base planteados por el químico norteamericano **Gilbert Lewis** (1875-1946), en 1938, se alcanzó una mayor generalización, que permitió incluir dentro de la definición compuestos que antes no encajaban.

Así, *un ácido de Lewis se define como toda sustancia capaz de aceptar pares de electrones, mientras que una base de Lewis es una sustancia que puede ceder pares de electrones.*



¿Qué es el pH?



¿Sabías que en 1909 el bioquímico danés Sørensen, mientras trabajaba en la fabricación de cerveza, desarrolló la escala de pH que significa “potencial de hidrógeno”?

El químico danés Sørensen, ideó una escala de grado de acidez, en la cual la concentración de iones H^+ o H_3O^+ se expresa como el logaritmo decimal de la misma cambiado de signo, que equivale al exponente o potencia de dicha concentración.

Esta forma de expresar la concentración de hidrogeniones (H^+) de una solución recibe el nombre de potencial de hidrógeno o pH, y se expresa matemáticamente de la siguiente manera:

$$pH = -\text{Log} [H^+]$$

Así como aceptamos un "metro" para medir la longitud y un "litro" para medir el volumen, el pH es la forma conveniente de expresar la medida del grado de acidez o de alcalinidad de una disolución acuosa. Por ejemplo, no es suficiente decir que el jugo de limón es ácido, es necesario ser más específico y expresar que su grado de acidez oscila entre un pH de 2 o 3.

¿Cómo se determina el valor del pH?

Una manera sencilla de determinar si un material es un ácido o una base es utilizar papel de tornasol, que es una tira de papel tratada que se vuelve color de rosa cuando está sumergida en una solución ácida y azul cuando está sumergida en una solución alcalina, sin embargo, los papeles tornasol no son adecuados para usarse en soluciones muy coloreadas o turbias porque pueden enmascarar el indicador de color. Otra forma de medir el pH es utilizar indicadores que son soluciones coloreadas que tienen tonos diferentes a los diferentes valores de pH, su precisión no es como el medidor de pH, pero permiten determinar un pH aproximado comparando el color con una tabla de indicadores

Actividad 3: Experimentemos como Arrhenius



Materiales: Jugo de Naranja, Limonada, Leche fresca, Kumis, Vinagre, Sal de cocina, Azúcar, Maicena, Champú, circuito eléctrico en serie.

Instrucción: A partir de las orientaciones dadas por el docente, y previo a la realización de la practica completar el siguiente cuadro, realizando predicciones a nivel individual en un primer momento y luego a nivel grupal.

- ✓ Tenga en cuenta las recomendaciones para el trabajo en el laboratorio (guía 1)
- ✓ Tenga precaución con en manejo del circuito
- ✓ En el recuadro de observaciones, describir los resultados al finalizar la experimentación

MUESTRA	PREDICCION INDIVIDUAL		PREDICCION GRUPAL		OBSERVACIONES
Jugo de Naranja	¿Conduce la electricidad?		¿Conduce la electricidad?		
	SI	NO	SI	NO	
	pH		pH		
	Acido	Básico	Acido	Básico	
Limonada	¿Conduce la electricidad?		¿Conduce la electricidad?		
	SI	NO	SI	NO	
	pH		pH		
	Acido	Básico	Acido	Básico	
Leche Fresca	¿Conduce la electricidad?		¿Conduce la electricidad?		
	SI	NO	SI	NO	
	pH		pH		
	Acido	Básico	Acido	Básico	
Kumis	¿Conduce la electricidad?		¿Conduce la electricidad?		
	SI	NO	SI	NO	
	pH		pH		
	Acido	Básico	Acido	Básico	

Vinagre	¿Conduce la electricidad?		¿Conduce la electricidad?		
	SI	NO	SI	NO	
	pH		pH		
	Acido	Básico	Acido	Básico	

MUESTRA	PREDICCIÓN INDIVIDUAL		PREDICCIÓN GRUPAL		OBSERVACIONES DATOS ADICIONALES
Sal de Cocina (solida)	¿Conduce la electricidad?		¿Conduce la electricidad?		
	SI	NO	SI	NO	
	pH		pH		
	Acido	Básico	Acido	Básico	
Sal de Cocina (en solución)	¿Conduce la electricidad?		¿Conduce la electricidad?		
	SI	NO	SI	NO	
	pH		pH		
	Acido	Básico	Acido	Básico	
Azúcar de mesa	¿Conduce la electricidad?		¿Conduce la electricidad?		
	SI	NO	SI	NO	
	pH		pH		
	Acido	Básico	Acido	Básico	
Maicena	¿Conduce la electricidad?		¿Conduce la electricidad?		
	SI	NO	SI	NO	
	pH		pH		
	Acido	Básico	Acido	Básico	
Champú	¿Conduce la electricidad?		¿Conduce la electricidad?		
	SI	NO	SI	NO	
	pH		pH		
	Acido	Básico	Acido	Básico	

- ✓ Finalizada la fase de experimentación, y a partir de los apuntes registrados en el recuadro de observaciones, completar el siguiente cuadro clasificando las sustancias analizadas en conductoras, semiconductoras y no conductoras (marcar con una X)

Sustancia	Conductora	Semiconductora	No conductora
Sal de cocina			
Vinagre			
Limonada			
Leche fresca			
Champú			
Azúcar			
Jugo de Naranja			



ACTIVIDAD 4

Jugando con las matemáticas



Instrucción: Teniendo en cuenta el valor de pH de algunas sustancias cotidianas, completar la siguiente tabla, haciendo uso de las formulas suministradas y el ejemplo presentado a continuación:

Ejemplo: El jugo de limón tiene un pH = 2. Calcular el pOH, la concentración de iones $[H^+]$ y de iones $[OH^-]$.

Para resolver el ejercicio, debemos tener en cuenta las siguientes ecuaciones:

Ecuación 1: $pH = -\text{Log } [H^+]$ (para hallar el valor de pH a partir de una concentración conocida)

Ecuación 2: $pOH = -\text{Log } [OH^-]$ (para hallar el valor de pOH a partir de una concentración conocida)

Si conocemos el valor de pH más no la concentración de iones $[H^+]$, podemos utilizar la siguiente ecuación:

$$[H^+] = 10^{-pH} \quad (\text{Ecuación 3})$$

Si conocemos el valor de pH más no la concentración de iones $[H^+]$, podemos utilizar la siguiente ecuación:

$$[OH^-] = 10^{-pH} \quad (\text{Ecuación 4})$$

Finalmente $pH + pOH = 14$, pero si queremos hallar el valor de pOH a partir de un valor de pH conocido, entonces utilizamos la siguiente ecuación:

$$pOH = 14 - pH \quad (\text{Ecuación 5})$$

Conocidas cada una de las ecuaciones a utilizar, entonces tenemos que:

Como sabemos que el pH del limón es 2, entonces hallamos pOH, $[H^+]$ y $[OH^-]$ de la siguiente manera:

$$pOH = 14 - 2 = 12 \quad (\text{respuesta número 1})$$

$$[H^+] = 10^{-2} = 1.0 \times 10^{-2} \quad (\text{respuesta número 2})$$

$$[OH^-] = 10^{-12} = 1.0 \times 10^{-12} \quad (\text{respuesta número 3})$$

Nota: En la calculadora científica, el logaritmo base 10 se representa con las teclas **shift + log**

✓ **A partir del ejemplo anterior, completar la siguiente tabla:**

Sustancia	pH	pOH	$[H^+]$	$[OH^-]$
Jugo de Limón	2.0	12.0	1.0×10^{-2}	1.0×10^{-12}
Jugo Gástrico	1.0			
Vinagre	2.5			
Café	5.0			
Bicarbonato de Sodio	9.0			
Sal de frutas	8.4			
Sangre	7.5			
Detergente	10.0			
Orina	6.0			
Coca - Cola	3.0			

✓ **De los resultados obtenidos en la anterior tabla, responder**

¿Qué sustancia tiene la mayor concentración de $[H^+]$?	
¿Qué sustancia tiene la mayor concentración de $[OH^-]$?	
¿Qué sustancia tiene la menor concentración de $[H^+]$?	
¿Qué sustancia tiene la menor concentración de $[OH^-]$?	
¿Cuál sustancia tiene el mayor carácter ácido?	
¿Cuál sustancia tiene el mayor carácter básico?	

Actividad 5. Evaluando mis aprendizajes

Instrucción: Finalizada la fase I de aplicación en la enseñanza de los conceptos asociados a acidez y pH, y partiendo de los aprendizajes adquiridos desarrollar las siguientes actividades:

1. Completar el siguiente cuadro, enunciando 5 características que presentan los ácidos y las bases:

ÁCIDOS	BASES

2. Teniendo en cuenta las distintas sustancias utilizadas en las actividades 1 y 3, relacionar en cada uno de los paréntesis, el nombre químico de cada sustancia con su uso cotidiano:

- | | |
|--------------------------|--|
| 1. Ácido Ascórbico | () Materia prima para la elaboración de jabones y detergentes |
| 2. Cloruro de Sodio | () Se conoce popularmente como vitamina C |
| 3. Hidróxido de Magnesio | () Producido de forma natural por frutos cítricos |
| 4. Ácido Cítrico | () Tiene uso en la cocina, panadería y repostería |
| 5. Ácido Láctico | () Sustancia conocida como leche de magnesia |
| 6. Ácido Acético | () Sal de cocina |
| 7. Bicarbonato de sodio | () Se obtiene a partir de la fermentación láctica |
| 8. Hidróxido de Sodio | () Se encuentra en el vinagre |

3. Clasificar las sustancias del punto anterior, en sustancias ácidas y básicas:

Sustancias Ácidas	Sustancias Básicas

4. Completar cada uno de los espacios a partir de las teorías Ácido – Base:

Ácido de Arrhenius – Base de Brønsted – Lowry – Base de Lewis – Base de Arrhenius – Ácido de Lewis

Ácido de Brønsted – Lowry

- a) Sustancia capaz de aceptar pares de electrones _____
- b) Sustancia capaz de ceder pares de electrones _____
- c) Sustancia capaz de ceder uno o más protones o iones de hidrogeno _____
- d) Sustancia capaz de aceptar uno o más protones o iones de hidrogeno _____
- e) Sustancia que cuando se disuelve en agua incrementa la concentración de iones hidrógeno

- f) Sustancia que cuando se disuelve en agua incrementa la concentración de iones hidroxilo

5. Teniendo en cuenta las ecuaciones empleadas para calcular el pH y sus respectivas concentraciones, completar la siguiente tabla:

pH	pOH	$[H^+]$	$[OH^-]$	¿ácido o básico?
5				
	6			
		10^{-2}		
			10^{-7}	
		10^{-11}		
2				
			10^{-10}	
	8			

Reflexión metacognitiva del aprendizaje

A partir del desarrollo de las actividades pactadas en esta guía, responda las siguientes preguntas:

1. ¿Tiene aplicación en mi vida cotidiana lo aprendido en cada una de las actividades desarrolladas?

2. ¿Qué fortalezas conceptuales encontré durante el desarrollo de las actividades?

3. ¿Qué dificultades conceptuales encontré durante el desarrollo de las actividades?

4. ¿Qué estrategias puedo llevar a cabo para superar mis dificultades?

5. ¿Desarrollé las actividades con éxito en el tiempo asignado? ¿Participo activamente durante su desarrollo?

6. ¿Qué términos o conceptos no logré comprender con claridad? ¿Cómo lograría su comprensión?

Aprendizaje activo en la enseñanza del concepto pH a través del estudio del suelo.



GUÍA DE TRABAJO NÚMERO 2

Nombre Estudiante: _____

Grado: _____

Docente: Sergio Leonardo Rojas

Introducción

En el desarrollo de esta guía, además de establecer un dialogo entre los saberes previos del estudiante y el lenguaje abstracto de la química, los estudiantes de grado octavo y noveno de la INSTITUCION EDUCATIVA ALTO HORIZONTE encontraran una serie de actividades diseñadas y adaptadas apropiadamente al contexto socio cultural y al escenario en donde se lleva a cabo su proceso de enseñanza y aprendizaje, asumiendo un rol protagónico aportando todo su saber cotidiano en lo relacionado a la actividad agrícola adquirida a través de su experiencia.

También, estas actividades brindaran al estudiante, una serie de herramientas didácticas para afianzar los aprendizajes adquiridos durante el desarrollo de la fase inicial, buscando una verdadera significancia y aplicabilidad dentro de su cotidianidad de los conceptos relacionados con ácidos y base, la relación con el suelo y sus componentes a través de la experimentación, trabajo en equipo, planteamiento de hipótesis o predicciones a nivel individual y grupal.

Obstáculo Epistemológico:

- ✓ Los estudiantes involucran, en la conversación coloquial, términos del ámbito científico con diferentes significados

Objetivos de la guía**General**

Desarrollar una herramienta pedagógica que permita de forma experimental la apropiación de los conceptos asociados a pH a través del estudio del suelo.

Específicos:

- Diseñar actividades adaptadas apropiadamente al contexto que permitan relacionar los conceptos asociados a pH a través de las propiedades del suelo.
- Establecer un dialogo entre el saber popular y el lenguaje químico de los conceptos asociados a pH a través del estudio del suelo.
- Evaluar el efecto de las actividades a partir de los nuevos saberes adquiridos y su impacto a nivel socio cultural.

Actividad I. Conozcamos el suelo de nuestra vereda

Instrucción: Con orientación del docente, busca un corte vertical y profundo (1.0 metro mínimo) del suelo, a la orilla de una carretera o de un camino.

Materiales: Cinta métrica, pala, frascos de vidrio, cinta de enmascarar, marcadores.

Primer Momento: A partir de las observaciones “*in situ*”, completar el siguiente cuadro:

Interrogante	Momento Individual				Momento Grupal				Retroalimentación
¿Cuántas capas pudo observar usted de arriba hacia abajo?	1	2	3	4	1	2	3	4	
¿Qué Color tiene cada capa?									
¿En qué capa observa usted raíces?									
¿Cuál capa tiene mayor profundidad?									
¿Cree usted que todas las capas podrían tener la misma composición?									
¿Cree usted que el color del suelo es un indicador de acidez o basicidad?	SI		NO		SI		NO		

Segundo Momento

En grupo de 2 estudiantes, tomar una muestra de suelo de cada una de las distintas capas que han identificado, en frascos debidamente marcados con las letras A, B, y C, teniendo en cuenta el orden de las diferentes capas observadas (de arriba hacia abajo).

Tercer Momento

Luego de haber rotulado cada uno de los frascos, se procede a colocar uno sobre otro de tal manera que queden en el mismo orden en el que están en el corte de suelo observado y como se muestra en la siguiente figura:

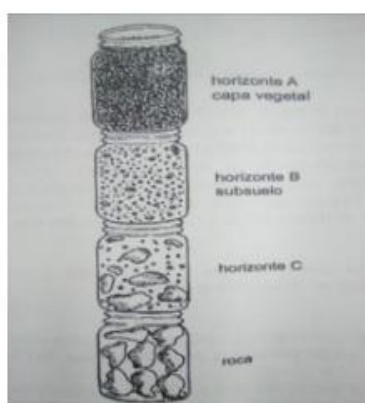


Figura 1. Muestras de suelo según su horizonte

A partir de lo anterior, resolver los siguientes interrogantes:

a) ¿Cómo se puede explicar la presencia de varios colores en las diferentes muestras de suelo?

b) ¿Qué relación tienen las capas del suelo con la vida de los organismos que habitan en el suelo?

c) Si el ser humano a través de las diferentes actividades que realiza (construcción de carreteras, cultivos, etcétera) modifica la formación apropiada de las capas del suelo ¿Cómo afecta la composición biológica y química de este?

d) ¿Cómo la presencia de materia orgánica y microorganismos en el suelo, pueden afectar el pH?

Nota: al finalizar la actividad, las muestras de suelo deben ser guardadas para realizar las mediciones de pH estimadas en la guía número 3, utilizando indicadores y pH metro. Por favor guardar en un lugar en óptimas condiciones.

Cuarto momento: Involucrando a mi comunidad

Entreviste a tres agricultores de su vereda, y realizar el siguiente interrogante:

¿Qué técnicas utilizan para no afectar la capa fértil del suelo?

Agricultor 1:

Agricultor 2:

Agricultor 3:

A partir de las repuestas dadas por los agricultores, responder:

Además de las posibles acciones benéficas que usted identifica en la pregunta anterior, ¿Cuáles podemos realizar nosotros como estudiantes?

En un futuro cercano, ¿Qué podrá suceder con el suelo, si continuamos excediéndonos en el uso de agroquímicos? ¿Cómo podemos contribuir desde nuestros hogares para evitar el uso de estas sustancias?

Lectura 1. El suelo: sustrato de vida

El suelo es una parte fundamental de los ecosistemas terrestres. Contiene agua y elementos nutritivos que los seres vivos utilizan. En él se apoyan y nutren las plantas en su crecimiento y condiciona, por tanto, todo el desarrollo del ecosistema. El suelo se forma en un largo proceso en el que intervienen el clima, los seres vivos y la roca más superficial de la litosfera. Este proceso es una sucesión ecológica en la que va madurando el ecosistema del suelo. Los suelos están formados por rocas que se han desintegrado lentamente mediante un proceso conocido como **meteorización**, en dicho proceso intervienen factores como la humedad, la temperatura y la acción de los seres vivos, incluyendo a los seres humanos.

Está constituido por dos fracciones: una fracción mineral o inorgánica formada por la descomposición de las rocas. La otra fracción es orgánica, pues es producto de la descomposición de restos de animales y plantas. Esta fracción también contiene agua y oxígeno.

Los Horizontes del suelo

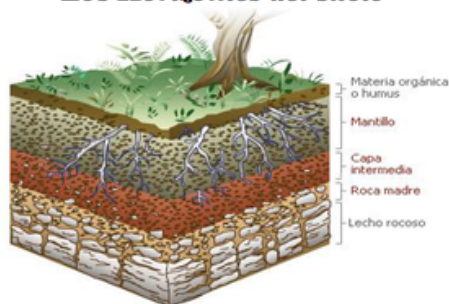


Figura 2. Horizontes del Suelo (tomada de: <http://anexoindiragandhi.blogspot.com.co/2011/11/horizontes-del-suelo.html>)

Se llaman **horizontes del suelo** a una serie de niveles que se desarrollan en el interior del suelo. Estos tienen características diferentes en relación con su composición, textura y adherencia. El perfil del suelo es la organización vertical de todos estos horizontes. (Ver figura 2). Por lo general, en los suelos completos o evolucionados se distinguen tres horizontes fundamentales y tradicionalmente se nombran con las letras A, B y C.

Horizonte A: Es el más superficial y corresponde a lo que llamamos **humus**. Su color es generalmente oscuro, debido a que presenta abundante materia orgánica descompuesta. Es una capa muy fértil, pues contiene los nutrientes que las plantas requieren para su crecimiento y desarrollo.

Horizonte B: Carece prácticamente de **humus**, por lo que su color es más claro. Está constituido por la acumulación de productos que provienen del **horizonte A**. Estos han sido arrastrados por el agua que ha caído en forma de lluvia. Hasta este horizonte pueden penetrar las raíces de algunas plantas al igual que el oxígeno atmosférico.

Horizonte C: Está formado por fragmentos de material rocoso que no han experimentado completamente el proceso de **meteorización**.

Organismos vivos en el suelo

En el suelo vive una gran cantidad de bacterias y hongos, tanto que su biomasa supera, normalmente, a todos los animales que viven sobre el suelo. También se encuentran pequeños animales como ácaros, cochinillas, larvas de insectos y lombrices.

Estas últimas, tienen un especial interés. Son, dentro de la fauna, las de mayor presencia de biomasa, y cumplen un importante papel estructural favoreciendo el crecimiento de las raíces y retener agua a partir de sus heces, aportando también importantes nutrientes para las plantas.

Apliquemos lo aprendidos

Con base a la lectura y con la entrevista realizada a los agricultores ¿Existe relación entre las respuestas dadas por cada uno de ellos, y la teoría?

Un campesino tiene en su granja cerdos, vacas, cabras, caballos y gallinas; además cultiva lechuga, papa y otros vegetales. Tiene un problema, los animales generan mucho estiércol y los residuos vegetales de sus cosechas se están acumulando. ¿Qué propones para resolver esta situación? ¿Puede usted usar estos residuos para proteger la capa fértil del suelo?

El suelo, se considera el soporte de la vida en el planeta. De desaparecer este recurso como fuente de alimento y de vida ¿Podría ser reemplazado por otro recurso de manera eficiente?

Referencias bibliográficas:

Adurraman, W., Aldana, L., Sánchez, P. (2016). *Ciencias Naturales y Educación Ambiental 7*. Bogotá. Colombia. Fundación escuela nueva volvamos a la gente.

Salamanca, M. (2003). *Inteligencia científica 8*. Bogotá. Colombia. Editorial Voluntad

Salamanca, M. (2003). *Inteligencia científica 9*. Bogotá. Colombia. Editorial Voluntad

Actividad II. Describamos algunas propiedades del suelo

Materiales: 3 muestras de suelo tomados de la capa superficial en los alrededores de la Institución Educativa, Agua oxigenada, Vinagre, vasos de precipitado, goteros

Instrucción: Tomar muestra de suelo en 2 vasos de precipitado, en otro vaso tomar aproximadamente 50 ml de agua para ser utilizada en el momento de realizar las pruebas de textura (preguntas 3, 4 y 5)

Interrogante	Momento Individual			Momento Grupal			Retroalimentación
¿Al adicionar agua oxigenada a uno de los vasos con muestra de suelo, se produce efervescencia?	NINGUNA	LIGERA	FUERTE	NINGUNA	LIGERA	FUERTE	
¿Al adicionar vinagre a uno de los vasos con muestra de suelo, se produce efervescencia?	NINGUNA	LIGERA	FUERTE	NINGUNA	LIGERA	FUERTE	
¿Al tomar una porción de suelo entre los dedos pulgar e índice y deslizar suavemente, la sensación que se siente es?	GRANULAR		PEGAJOSA	GRANULAR		PEGAJOSA	
¿Qué pH cree usted que tiene el suelo objeto de análisis?	Ácido		Básico	Ácido		Básico	
¿Cómo podría usted desde su experiencia corregir el pH de un suelo?							

Una mirada más allá...

De manera individual y a partir de su experiencia, responder los siguientes interrogantes:

a) ¿Sabe usted que factores determinan la coloración de un suelo?

b) ¿Es el color de los suelos un indicador de fertilidad? ¿Por qué?

c) ¿Tiene alguna relación la coloración de un suelo con el pH?

d) ¿Qué prácticas comúnmente utilizan en su finca para mejorar la fertilidad de un suelo?

e) ¿Considera usted que el excesivo uso de fertilizantes y plaguicidas afecta el pH de los suelos y la disponibilidad de nutrientes?

Lectura 2. El suelo y sus propiedades

El suelo presenta propiedades físicas y químicas, que varían de un suelo a otro, dependiendo de la roca madre que lo origina. También, Determinan la facilidad de preparación del terreno, la velocidad de infiltración del agua y la circulación del aire influye directamente en el desarrollo de las plantas. **Las propiedades físicas** pueden observarse a simple vista, olerse o reconocerse al tacto. Las más importantes son:

Color: El color se presenta en varias gamas como negro, rojo, pardo, gris y amarillo. Este se origina a partir de los compuestos químicos que contenga; también influyen en él algunas propiedades físicas como la aireación y el drenaje. La coloración del suelo puede ser:

Suelo Pardo o Rojizo: Propio de un suelo bien aireado, donde el oxígeno del aire reacciona con el hierro formando óxidos.

Suelo amarillo: Es una característica de suelos húmedos bien aireados donde el hierro ha reaccionado con agua (se encuentra en estado reducido).

Suelo gris: Esta coloración se da en aquellos suelos que tienen poca capacidad de retención, por tanto, los compuestos químicos son lavados hacia las capas inferiores.

Suelo gris azulado: Esta coloración se presenta en suelos que permanecen encharcados, son poco aireados y por tanto el hierro no se oxida.

Suelo negro: Esta coloración es característica de suelos ricos en humus.

La textura: Según la textura, es decir, de acuerdo con las partículas minerales que dominen en el suelo, este recibe su nombre; así, por ejemplo, si domina la arena, el suelo se llama arenoso, si domina la arcilla, se denomina arcilloso, si domina el limo se denomina limoso.

Si hay una mezcla adecuada de los tres componentes (arena, arcilla y limo), se denomina franco o mediano, que es el mejor para la agricultura, por ser fácil de utilizar, no encharcarse y ser ricos en alimentos para las plantas.

Textura Arenosa: son suelos con mucha aireación, baja retención de agua, pero con muy poca fertilidad, son fáciles de trabajar y rápida permeabilidad.

Textura Arcillosa: son suelos fértiles, de alto contenido de humus, pegajosos y plásticos al estar húmedos, se erosionan fácilmente, poseen buenas propiedades químicas pero las físicas son poco manejables, estas mejoran agregando materia orgánica, permeabilidad muy lenta.

Textura Limosa: Aunque tienen buenas propiedades físicas y químicas se encharcan con facilidad, ocasionando problemas en las plantas por deficiencia de oxígeno, no son fértiles y poco aptos para trabajar, presentan una permeabilidad lenta.

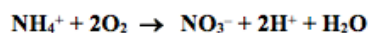
Propiedades Químicas

Las propiedades químicas de los suelos son aquellas que permiten reconocer ciertas cualidades, cuando se provocan cambios o reacciones que alteren su composición. alguna de las propiedades químicas más importantes para el suelo son: la materia orgánica, la fertilidad y la acidez (pH). La propiedad química del suelo por excelencia para valorar la acidez es el pH (potencial de iones hidrógeno o hidrogeniones), porque un pH adecuado favorece la disponibilidad de nutrientes para las plantas, controla la actividad de los microorganismos, determina la solubilidad de los nutrientes, y la mineralización de la materia orgánica (descomposición de la materia orgánica en materia inorgánica).

El valor del pH expresa la concentración de los iones libres de hidrógeno (H^+) en la solución del suelo. Entre más alta sea la concentración de H^+ menor será el pH y mayor la acidez en el suelo. El rango del pH va de 0 a 14. En los suelos agrícolas sus valores normalmente varían entre 4 y 10. Entre más bajo el pH del suelo habrá más Al^{+3} y las altas concentraciones de aluminio intercambiable en el suelo resultan tóxicas para las plantas. Cuando el pH es mayor de 5.5 se neutraliza el Al^{+3} y deja de ser un problema para el crecimiento de los cafetales. Para el cultivo de café, el rango adecuado de pH se encuentra entre 5.0 y 5.5. En los suelos ácidos las concentraciones de aluminio Al^{+3} y manganeso Mn^{+2} solubles pueden alcanzar niveles que resultan tóxicos para las plantas; así mismo, se alteran las poblaciones y las actividades de los microorganismos que intervienen en la mineralización de la materia orgánica y la transformación de nitrógeno y azufre. La disponibilidad de fósforo se reduce debido a que forma compuestos insolubles con el hierro Fe^{+3} y Al^{+3} , dejando así de estar disponibles para las plantas.

Causas de la acidez

Entre las causas generadoras de la acidez del suelo se encuentran: el lavado de bases intercambiables por la lluvia y su reemplazo por otros cationes de carácter ácido (principalmente Al^{+3}); la descomposición de la materia orgánica, la oxidación del azufre, la nitrificación del amonio NH_4^+ y la liberación de H^+ por las raíces cuando absorben Ca^{+2} , Mg^{+2} y K^{+1} . Adicionalmente, los aniones nitrato NO_3^- , sulfato SO_4^{-2} y cloruro Cl^- , que proceden de los fertilizantes orgánicos e inorgánicos, se unen a las bases intercambiables de la solución del suelo y los arrastran más allá del alcance de las raíces, utilizando como vehículo el agua. La nitrificación es uno de los procesos más importantes en la acidificación de los suelos. Aunque está sucede de manera natural (en las fases finales de la mineralización de la materia orgánica del suelo y de los residuos orgánicos), su ocurrencia aumenta por la adición de fertilizantes amoniacales o aquellos que conllevan a la formación de este compuesto, por ejemplo, sulfato de amonio, nitrato de amonio y urea. La nitrificación consiste en el paso del ion amonio NH_4^+ a nitrato NO_3^- . En este proceso, por cada NH_4^+ se liberan dos H^+ , los cuales aumentan la acidez.



Ante condiciones de acidez ($pH < 5.5$), el exceso de aluminio afecta el crecimiento normal de las raíces; circunstancia que reduce la absorción de los nutrientes y el desarrollo de la parte aérea de la planta. Se ha demostrado que, en los suelos derivados de cenizas volcánicas de Colombia, caracterizados por ser ricos en materia orgánica, la concentración de Al^{+3} en la solución es baja, lo cual explica la poca probabilidad de encontrar sintomatologías severas de su toxicidad; sin que ello implique reducción de crecimiento y desarrollo de las plantas.

En el caso del café, la acidez del suelo afecta el crecimiento en todas las etapas del cultivo. Cuando el suelo es ácido para café ($pH < 5.0$), la planta crece menos; lo mismo ocurre si la reacción del suelo se torna más alcalina (pH mayor de 5.5).

Referencias bibliográficas:

Casasbuenas, C. Figueroa, E. (2008). *Ciencias Naturales y Educación Ambiental 8*. Modelo pedagógico Telesecundaria. Bogotá. Colombia. Ministerio de Educación Nacional. ISBN: 958-691-136-5

Sadeghian, S. (2016). *La acidez del suelo: una limitante común para la producción de café*. Ciencia, tecnología e innovación para la caficultura colombiana (CENICAFE). Manizales. Colombia.

Actividad III. Construyamos nuestra huerta



Instrucción: Con la orientación del docente y con la participación de padres de familia y estudiantes, construir un total de 4 surcos cada uno con una dimensión de 5 metros de largo por dos metros de ancho, y una distancia entre surcos de 50 centímetros.

Posterior a la construcción los surcos, se procede a la adaptación del suelo bajo condiciones específicas para la siembra de frijol y maíz.

Materiales: pala, carretillas, pica, carretillas, malla hexagonal, urea, cal, residuos de cocina, ceniza, boñiga de vaca, semillas de frijol y maíz

Predicción individual

MOMENTO INDIVIDUAL						
Objeto de estudio	¿Cree usted que el suelo cuenta con las condiciones óptimas para la siembra de maíz y frijol?		¿Cuál de las dos plantas tendrá un mejor rendimiento bajo estas condiciones?		¿Cuál de las dos plantas tendrá un menor rendimiento bajo estas condiciones?	
Surco 1 Suelo en condiciones naturales	SI	NO	FRIJOL	MAIZ	FRIJOL	MAIZ
Surco 2 Suelo + Boñiga de Vaca + Residuos de cocina	SI	NO	FRIJOL	MAIZ	FRIJOL	MAIZ
Surco 3 Suelo + Cal + Ceniza	SI	NO	FRIJOL	MAIZ	FRIJOL	MAIZ
Surco 4 Suelo + Urea + Cal	SI	NO	FRIJOL	MAIZ	FRIJOL	MAIZ



Predicción grupal



MOMENTO GRUPAL						
Objeto de estudio	¿Cree usted que el suelo cuenta con las condiciones óptimas para la siembra de maíz y frijol?		¿Cuál de las dos plantas tendrá un mejor rendimiento bajo estas condiciones?		¿Cuál de las dos plantas tendrá un menor rendimiento bajo estas condiciones?	
Surco 1 Suelo en condiciones naturales	SI	NO	FRIJOL	MAIZ	FRIJOL	MAIZ
Surco 2 Suelo + Boñiga de Vaca + Residuos de cocina	SI	NO	FRIJOL	MAIZ	FRIJOL	MAIZ

Surco 3 Suelo + Cal + Ceniza	SI	NO	FRIJOL	MAIZ	FRIJOL	MAIZ
Surco 4 Suelo + Urea + Cal	SI	NO	FRIJOL	MAIZ	FRIJOL	MAIZ

Pongo a prueba mis pre saberes...

A partir de su experiencia y de forma individual, completar el siguiente cuadro:


<i>¿Qué sabes acerca de?</i>	pH		Usos	Efecto sobre el suelo
Cal	ÁCIDO	BÁSICO		
Urea	ÁCIDO	BÁSICO		
Ceniza	ÁCIDO	BÁSICO		
Boñiga de Vaca	ÁCIDO	BÁSICO		

Lectura 3. En suelos sanos, las plantas sanas y fuertes crecerán

La fertilidad hace referencia a la cantidad de nutrientes que posee. Existen dos clases de nutrientes que las plantas requieren para su desarrollo, los llamados nutrientes mayores o **macronutrientes**, que necesita en mayor cantidad, éstos son: Nitrógeno (N), Carbono (C), Oxígeno (O), Hidrógeno (H), Fósforo (P), Potasio (K), Calcio (Ca) y Magnesio (Mg); y los nutrientes menores o **micronutrientes** son aquellos que se requieren en menor cantidad y son: Boro (B), Cobalto (Co), Cobre (Cu), Hierro (Fe), Manganeseo (Mn), Molibdeno (Mo), Cloro (Cl) y Zinc (Zn).

En los suelos ácidos, los cationes son desplazados por hidrogeniones o iones de hidrógeno (H^+), disminuyendo su disponibilidad. Esto origina que los cationes de Calcio (Ca^{+2}), Potasio (K^+), Sodio (Na^+), Magnesio (Mg^{+2}), Hierro (Fe^{+2} y Fe^{+3}), Aluminio (Al^{+3}) y Manganeseo (Mn^{+2}) sean fácilmente solubles en el agua y arrastrados por esta sin dificultad, esto ocurre porque los puntos de apoyo son ocupados por los (H^+).

El pH determina en gran parte, la disponibilidad de nutrientes en el suelo al modificar el grado de solubilidad de los minerales, en la siguiente tabla se observa la influencia del pH en la toma de nutrientes para las plantas.



INDICADORES DE ACIDEZ O ALCALINIDAD	4	5	6	7	8	9
	MUY ACIDO	ACIDO	NEUTRAL	ALCALINO	MUY ALCALINO	
DISPONIBILIDAD DE NITROGENO	MUY POCA	POCA	BUENA	MEDIO	MUY POCA	
DISPONIBILIDAD DE FOSFORO	MUY POCA	POCA	MUCHO	POCA	BUENA	
DISPONIBILIDAD DE POTASIO	MUY POCA	MENOS	BUENA	POCA	BUENA	
ALUMINIO - HIERRO MANGANESO	TOXICO	ALTO	BUENA	POCA	BUENA	
ACTIVIDAD BACTERIAL BENEFICA	MUCHA	MUCHA	BUENA	POCA	MENOS	
HONGOS BENEFICOS QUE DESCOMPOEN LA MATERIA ORGANICA	POCA	MALA	BUENA	MAS O MENOS	POCA	
GENERAL	POCA VIDA EN EL SUELO	MAS O MENOS	BUENA	MAS O MENOS	MALA	

Tabla 1. Relación de pH y disponibilidad de nutrientes en el suelo (Coral, D. Lozano, M. Moreno, D. (2011).

Son diversas las estrategias para enfrentar los problemas de acidez; entre ellas, disponer de genotipos tolerantes, el uso de microorganismos (por ejemplo, las micorrizas ayudan a las plantas en la absorción de fósforo), aumentar el contenido de la materia orgánica del suelo, controlar la erosión, aplicar abonos orgánicos y el empleo de enmiendas inorgánicas. La materia orgánica es todo aquel material que tiene la propiedad de descomponerse por acción de factores como el agua, el sol, el aire y por microorganismos como los hongos y bacterias. Algunos de tales materiales son las hojas, semillas, frutos, flores, restos de animales y excrementos. Estos al caer al suelo lo cubren formando una capa llamada **mantillo**, que al descomponerse se transforma en **humus** que se incorpora al resto del suelo.

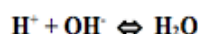
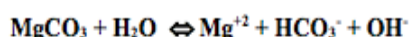
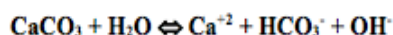
Para corregir el pH del suelo ácido o alcalino, es necesario aplicar enmiendas químicas o correctivos para que reaccionen en el suelo y desplacen los elementos que provocan toxicidad a las plantas o que provocan deficiencia de otros nutrientes. Los materiales normalmente utilizados para corregir la acidez del suelo son los óxidos, hidróxidos, carbonatos y silicatos de calcio o de calcio y magnesio. Para corregir la alcalinidad en suelos se utiliza: azufre, ácido sulfúrico, yeso y sulfato de hierro, entre otras.

Entre las estrategias inorgánicas para enfrentar los problemas de acidez en los suelos, la más divulgada y quizás la de mayor efectividad, es el manejo de la acidez del suelo mediante la aplicación de cales (productos clasificados entre las enmiendas inorgánicas), principalmente carbonatos de calcio (CaCO_3) y/o de magnesio (MgCO_3); esto sin descartar otros materiales encalantes como óxidos, hidróxidos y silicatos.

Reacción de las cales

Las reacciones de los carbonatos de calcio y magnesio en presencia de agua liberan iones hidroxilo (OH^-), los cuales se unen con el H^+ para formar agua y así neutralizar la acidez.

Reacciones Químicas:



En ocasiones se tiene la creencia de que al aplicar cal es el calcio el que corrige la acidez, lo cual es incorrecto. En los materiales encalantes es el ion hidroxilo (OH^-) generado en la reacción el que ejerce esta función y no el calcio. Fertilizantes como el nitrato de calcio no modifican el pH ni controlan el aluminio intercambiable.

Beneficios del encalado

- ✓ Elimina la toxicidad de aluminio y de manganeso.
- ✓ Proporciona Calcio y Magnesio.
- ✓ Incrementa la actividad de los microorganismos encargados de la mineralización de la materia orgánica del suelo y, en razón de ello, aumenta la disponibilidad de Nitrógeno, Fósforo, Azufre y Boro, entre otros.
- ✓ Incrementa la actividad de las bacterias que fijan el nitrógeno atmosférico.
- ✓ Mejora la eficiencia de los abonos, en particular los nitrogenados, potásicos y fosfóricos.
- ✓ Contribuye al aumento de la productividad y reduce los costos de producción.
- ✓ Debido a su efecto prolongado (2 a 4 años), el encalamiento es “una verdadera inversión”.

Respuesta del café al encalamiento

La cal es efectiva siempre y cuando existan condiciones de acidez en el suelo. Cuando la reacción del suelo es neutra o alcalina (pH igual o mayor de 7,0) la cal no reacciona; debido a ello, no es una fuente de calcio. En algunas ocasiones con el uso de abonos orgánicos se corrige parcialmente la acidez del suelo; en contraste, cuando la acidez es alta, resulta más favorable para el crecimiento de las plantas el uso de enmiendas calcáreas junto con la aplicación de abonos orgánicos y fósforo.

Referencias bibliográficas:

- Casasbuenas, C. Figueroa, E. (2008). *Ciencias Naturales y Educación Ambiental 8*. Modelo pedagógico Telesecundaria. Bogotá. Colombia. Ministerio de Educación Nacional. ISBN: 958-691-136-5
- Coral, D. Lozano, M. Moreno, D. (2011). *PRÁCTICAS CULTURALES Y DE MANEJOS DE SUELOS ante los efectos de la variabilidad climática desde la finca del productor*. Convenio SENA – SAC. Colombia.
- Sadeghian, S. (2016). *La acidez del suelo: una limitante común para la producción de café*. Ciencia, tecnología e innovación para la caficultura colombiana (CENICAFE). Manizales. Colombia

Actividad 4. Evaluando mis aprendizajes

Finalizada la fase II de aplicación en la enseñanza de los conceptos asociados a acidez y pH, y su relación con el suelo y sus componentes partiendo de los aprendizajes adquiridos desarrollar las siguientes actividades:

1. Relacione los términos que se encuentran en la columna A con cada uno de los conceptos que se encuentran en la columna B.

<i>COLUMNA A</i>	<i>COLUMNA B</i>
1. Meteorización	() Es la capa del suelo hasta donde las raíces alcanzan su máxima profundidad
2. Humus	() Es la capa más fértil del suelo
3. Horizonte A	() Proceso a través del cual el amonio (NH_4^+) es transformado en nitrato (NO_3^-)
4. Horizonte B	() Proceso de desintegración de las rocas causado por factores como temperatura, Presión y humedad.
5. Horizonte C	() Es la capa constituida por fragmentos de material rocoso
6. pH	() Se obtiene a partir de la descomposición de la materia orgánica
7. Nitrificación	() Expresa la concentración de los iones de hidrogeno (H^+) en el suelo.

2. Complete el siguiente cuadro, relacionando las propiedades físicas del suelo

Característica	Textura Arenosa	Textura Limosa	Textura Arcillosa
Contenido de materia orgánica			
Coloración			
Retención de agua			
Presencia de Oxígeno			

3. Completar el siguiente cuadro, teniendo en cuenta las causas de la acidez en un suelo y sus posibles efectos.

CAUSAS DE LA ACIDEZ	EFFECTOS SOBRE EL SUELO

4. Leer con atención la siguiente situación, y responder a partir de los saberes adquiridos durante el desarrollo de las actividades de la fase II

“Un cultivo ha sido atacado por un gusano, que poco a poco ha deteriorado las cosecha; para controlarlo, aplicaron repetidas veces un plaguicida que les recomendaron, pero transcurridas algunas semanas, aunque se logró controlar el gusano, al recoger la cosecha se observó que la calidad de los productos no es tan buena como las anteriores”.

¿Qué fue lo que sucedió? ¿Cuáles cree usted que fueron las posibles causas que ocasionaron el posible deterioro de la cosecha?

5. Explique con sus propias palabras, las razones por la cual se utilizan las siguientes enmiendas y fertilizantes en el suelo, teniendo en cuenta su relación con el pH

Cal dolomita:

Urea:

Ceniza:

Reflexión metacognitiva del aprendizaje

A partir del desarrollo de las actividades pactadas en esta guía, responda las siguientes preguntas:

1. ¿Tiene aplicación en mi vida cotidiana lo aprendido en cada una de las actividades desarrolladas?

2. ¿Qué fortalezas conceptuales encontré durante el desarrollo de las actividades?

3. ¿Qué dificultades conceptuales encontré durante el desarrollo de las actividades?

4. ¿Qué estrategias puedo llevar a cabo para superar mis dificultades?

5. ¿Desarrollé las actividades con éxito en el tiempo asignado? ¿Participo activamente durante su desarrollo?

6. ¿Qué términos o conceptos no logré comprender con claridad? ¿Cómo lograría su comprensión?

Aprendizaje activo en la enseñanza del concepto pH a través del estudio del suelo.



GUÍA DE TRABAJO NÚMERO 3

Nombre Estudiante: _____

Grado: _____

Docente: Sergio Leonardo Rojas

Introducción

La presente guía de actividades, ha sido diseñada con el fin de mediar el proceso de enseñanza y aprendizaje en lo referente a Indicadores Acido - Base en los estudiantes de grado 8º y 9º de la INSTITUCION EDUCATIVA ALTO HORIZONTE, aplicando una metodología basada en el aprendizaje activo, provocando al estudiante hacia la experimentación, trabajo en equipo, planteamiento de hipótesis o predicciones a nivel individual y grupal, partiendo de la exploración de saberes previos infundados en los estudiantes a partir de su cotidianidad emergiendo en el nuevos aprendizajes significativos, aplicables y reproducibles en el tiempo dentro de su contexto socio cultural.

Obstáculo epistemológico:

- ✓ Los estudiantes no establecen relación entre el concepto de neutralización y pH.

Objetivos de la guía

General:

Integrar actividades significativas desde el saber pedagógico que permitan de forma experimental la apropiación del concepto indicadores ácido - base.

Específicos:

- Diseñar actividades adaptadas apropiadamente al contexto que permita de forma experimental clasificar sustancias en ácidos o bases determinando sus niveles de acidez y basicidad.
- Determinar el grado de acidez y basicidad de manera cualitativa y cuantitativa a través del uso del suelo.
- Evaluar el efecto de las actividades a partir de los nuevos saberes adquiridos y su impacto a nivel socio cultural.

Actividad 1. Sustancias misteriosas

Materiales: Leche entera, vinagre, zumo de limón, bicarbonato de sodio, leche de magnesia, sal de cocina, goteros, tubos de ensayo, vasos de precipitado, "sustancias misteriosas".

Instrucción: Bajo la orientación del docente, tomar 6 sustancias de uso cotidiano (leche entera, vinagre, zumo de limón, leche de magnesia, sal de cocina y bicarbonato de sodio previamente diluidas), en tubos de ensayo tomar muestra de cada sustancia y con ayuda de un gotero, adicionar gotas de cada una de las sustancias misteriosas hasta observar un cambio de coloración.

- ✓ Tener en cuenta las recomendaciones para el trabajo en el laboratorio
- ✓ Luego de realizada la práctica, diligenciar el recuadro de las observaciones

Momento Individual						
Objeto de Estudio	Sustancia Misteriosa A		Sustancia Misteriosa B		Sustancia Misteriosa C	
Leche Entera	¿Cambiará de color?		¿Cambiará de color?		¿Cambiará de color?	
	SI	NO	SI	NO	SI	NO
	pH		pH		pH	
	Ácido	Básico	Ácido	Básico	Ácido	Básico
Vinagre	¿Cambiará de color?		¿Cambiará de color?		¿Cambiará de color?	
	SI	NO	SI	NO	SI	NO
	pH		pH		pH	
	Ácido	Básico	Ácido	Básico	Ácido	Básico
Zumo de Limón	¿Cambiará de color?		¿Cambiará de color?		¿Cambiará de color?	
	SI	NO	SI	NO	SI	NO
	pH		pH		pH	
	Ácido	Básico	Ácido	Básico	Ácido	Básico
Leche de Magnesia	¿Cambiará de color?		¿Cambiará de color?		¿Cambiará de color?	
	SI	NO	SI	NO	SI	NO
	pH		pH		pH	
	Ácido	Básico	Ácido	Básico	Ácido	Básico
Bicarbonato de Sodio	¿Cambiará de color?		¿Cambiará de color?		¿Cambiará de color?	
	SI	NO	SI	NO	SI	NO
	pH		pH		pH	
	Ácido	Básico	Ácido	Básico	Ácido	Básico
Sal de Cocina	¿Cambiará de color?		¿Cambiará de color?		¿Cambiará de color?	
	SI	NO	SI	NO	SI	NO
	pH		pH		pH	
	Ácido	Básico	Ácido	Básico	Ácido	Básico

Momento Grupal							
Objeto de Estudio	Sustancia Misteriosa A		Sustancia Misteriosa B		Sustancia Misteriosa C		Observaciones
Leche Entera	¿Cambiará de color?		¿Cambiará de color?		¿Cambiará de color?		
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
	pH		pH		pH		
	Ácido	Básico	Ácido	Básico	Ácido	Básico	
Vinagre	¿Cambiará de color?		¿Cambiará de color?		¿Cambiará de color?		
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
	pH		pH		pH		
	Ácido	Básico	Ácido	Básico	Ácido	Básico	
Zumo de Limón	¿Cambiará de color?		¿Cambiará de color?		¿Cambiará de color?		
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
	pH		pH		pH		
	Ácido	Básico	Ácido	Básico	Ácido	Básico	
Leche de Magnesita	¿Cambiará de color?		¿Cambiará de color?		¿Cambiará de color?		
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
	pH		pH		pH		
	Ácido	Básico	Ácido	Básico	Ácido	Básico	
Bicarbonato de Sodio	¿Cambiará de color?		¿Cambiará de color?		¿Cambiará de color?		
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
	pH		pH		pH		
	Ácido	Básico	Ácido	Básico	Ácido	Básico	
Sal de Cocina	¿Cambiará de color?		¿Cambiará de color?		¿Cambiará de color?		
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
	pH		pH		pH		
	Ácido	Básico	Ácido	Básico	Ácido	Básico	

Momento 2. Buscando una explicación...

Luego de las predicciones individuales y grupales con sus respectivas observaciones, de manera individual responder los siguientes interrogantes:

- a) ¿De las sustancias utilizadas, en cuales usted observó cambio en su coloración?

- b) ¿De las sustancias utilizadas, en cuales usted NO observó cambio en su coloración?

c) ¿Cómo explicaría usted el motivo por el cual ocurre el cambio de coloración?

d) ¿Qué relación cree usted que existe entre las “sustancias misteriosas” y el pH de las sustancias utilizadas en la práctica?

e) ¿Utiliza usted algún otro método o técnica para determinar el grado de acidez o basicidad de una sustancia? Describir cada uno

Lectura 1. Sustancias misteriosas

De la misma forma que podemos medir el rango de acidez o basicidad de una sustancia química mediante los valores de su pH o pOH, podemos hacerlo también mediante sustancias que cambian su color, según estén en medio ácido o básico (figura 1). Estas sustancias se denominan **indicadores** y pueden usarse en forma de solución o impregnadas en papeles especiales. Los indicadores son generalmente ácidos orgánicos débiles con estructuras complejas.

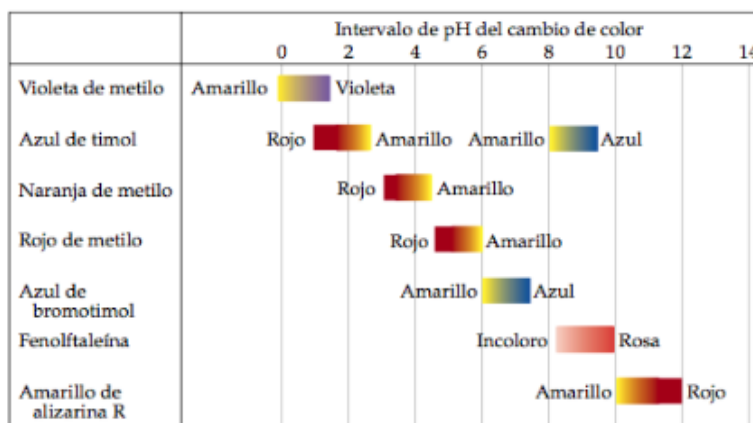


Figura 1. Intervalos de pH de los cambios de color de algunos indicadores ácido-base comunes. (Brown, T., Bursten, B. LeMay, H. (2004).

QUIMICA: la ciencia central)

La característica más importante de esta clase de sustancias es que cambian de color al variar la concentración de iones H^+ , lo que obedece a ciertas modificaciones en sus estructuras moleculares.

El **tornasol**, sustancia de origen vegetal, es otro indicador ampliamente utilizado, que presenta coloración rosada en medio ácido (pH entre 0 y 7), morado a pH neutro (7) y azul en medio básico (pH entre 7 y 14).

Un indicador ácido - base es una sustancia colorida capaz de existir en forma de ácido o en forma de base. Las dos formas son de diferente color. Así, el indicador adquiere cierto color en medio ácido y cambia a otro en medio básico. Si se conoce el pH en el que el indicador cambia de una forma a la otra, se puede saber si una disolución tiene un pH mayor o menor que este valor. El tornasol, por ejemplo, cambia de color a un pH cercano a 7. Sin embargo, el cambio de color no es muy nítido.

El tornasol rojo indica un pH de alrededor de 5 o menor, y el tornasol azul, un pH de aproximadamente 8 o mayor.

En la figura 1, se enumeran algunos de los indicadores más comunes. El naranja de metilo, por ejemplo, cambia de color en el intervalo de pH de 3.1 a 4.4. Por debajo de pH 3.1 está en la forma ácida, que es roja. En el intervalo entre 3.1 y 4.4 se transforma poco a poco a su forma básica, de color amarillo. A un pH de 4.4 la conversión es completa y la disolución es amarilla. La cinta de papel impregnada con varios indicadores, acompañada de una

escala comparativa de colores, se emplea extensamente para hacer determinaciones aproximadas de pH.

En las últimas décadas se desarrolló un tipo especial de indicador conocido como **indicador universal** (figura 2). Consta de una solución compuesta por varios indicadores, de tal forma que se observa un cambio de color, cada vez que el pH aumenta en una o media unidad

El indicador universal puede usarse en forma de solución o como papel impregnado. El color que toma la mezcla indicadora se compara con una escala de color patrón para determinar a qué pH corresponde la solución que se esté probando. Una vez se ha determinado el pH, se puede calcular el valor del pOH.



Figura 2. Indicador universal

(Fuente: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c6/Paper_indicador.jpg)

Referencias Bibliográficas:

Brown, T., Bursten, B. LeMay, H. (2004). *QUIMICA: la ciencia central*. Novena edición. México: Pearson

Arbeláez, F., González, D. Mondragón, C., Peña, L., Sánchez, M. (2010) *Hipertexto: Química 1*. Bogotá: Santillana

Momento 3. Afianzando mis aprendizajes

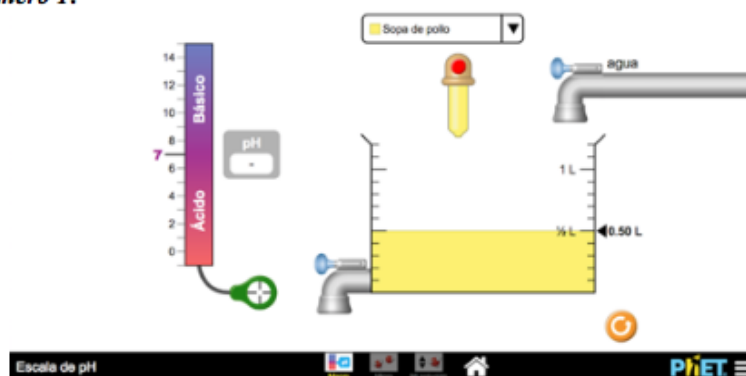
Instrucción: Luego de realizar la lectura 1 titulada "sustancias misteriosas" y teniendo en cuenta los resultados obtenidos con cada uno de los indicadores, completar la siguiente tabla marcando una X:

Sustancia	INDICADORES							
	Fenolftaleína		Tornasol Rojo		Tornasol Azul		Indicador Universal	
	Ácida	Básica	Ácida	Básica	Ácida	Básica	Ácida	Básica
Leche entera								
Vinagre								
Zumo de Limón								
Bicarbonato de sodio								
Sal de cocina								
Leche de Magnesia								

Momento 4. Jugando con la tecnología

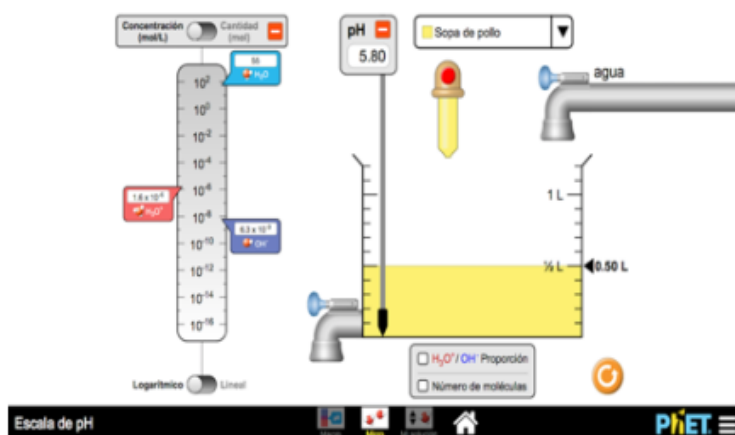
Instrucción: bajo la orientación del docente, trasladar la práctica realizada en el laboratorio a una simulación virtual (PhET), haciendo uso de herramientas tecnológicas y afianzar lo aprendido respecto a medición y escala de pH.

Simulación número 1:



Instrucciones:

- ✓ En la pestaña superior, desplegar las opciones de las sustancias
- ✓ Seleccionar y agregar al recipiente una de las sustancias, y realizar su respectiva medición arrastrando el pH metro que aparece al lado izquierdo de la imagen
- ✓ Repetir la instrucción anterior, hasta haber utilizado todas las sustancias que dispone en la pestaña
- ✓ Tomar los valores arrojados por el pH metro y clasificar las sustancias en ácidas y básicas.

Simulación número 2:**Instrucciones:**

- ✓ En la pestaña superior, desplegar las opciones de las sustancias
- ✓ Seleccionar y agregar al recipiente una de las sustancias, y realizar su respectiva medición arrastrando el pH metro que aparece al lado izquierdo de la imagen
- ✓ Repetir la instrucción anterior, hasta haber utilizado todas las sustancias que dispone en la pestaña
- ✓ Tomar los valores arrojados por el pH metro en términos de concentración de iones H^+ y OH^- y clasificar las sustancias en ácidas y básicas.

Actividad 2. Midiendo el pH a nuestra huerta

Materiales: Papel tornasol rojo, papel tornasol azul, indicador universal, pH metro.

Instrucción: Bajo la orientación del docente y teniendo claro cómo se identifica una sustancia ácida, básica o neutra utilizando indicadores de pH, ensaye ahora con las muestras de suelo recolectadas en la huerta construida en la fase anterior.

Primer momento. Marcar con una x la opción que considera usted correcta

<i>Predicciones</i>						
Surco	<i>Momento Individual</i>			<i>Momento Grupal</i>		
Suelo en estado natural	pH			pH		
	Ácido	Neutro	Básico	Ácido	Neutro	Básico
Suelo + Residuos Orgánicos + Boñiga de Vaca	pH			pH		
	Ácido	Neutro	Básico	Ácido	Neutro	Básico
Suelo + Ceniza + Cal	pH			pH		
	Ácido	Neutro	Básico	Ácido	Neutro	Básico
Suelo + Cal + Urea	pH			pH		
	Ácido	Neutro	Básico	Ácido	Neutro	Básico

Segundo momento. Y ahora ¿cómo lo hago?

- ✓ Colocar un poco de cada una de las muestras de suelo dentro de un vaso de precipitado.
- ✓ Agregar un poco de agua destilada en cada vaso, la suficiente para que el suelo quede bien húmedo.
- ✓ Agitar la muestra de suelo con un agitador de vidrio durante 1 minuto
- ✓ Filtrar el contenido con ayuda de un embudo y papel filtro.
- ✓ Colocar sobre cada muestra un trozo de papel tornasol rojo y otro de tornasol azul.
- ✓ Retirar los trozos de papel tornasol y analizarlos. (para ello utilizar guantes)
- ✓ Realizar el mismo procedimiento empleando indicador universal y pH metro.



Tercer momento. A partir de lo observado, marcar con una x la opción que considera usted

Lo Observado						
Surco	Momento Individual			Momento Grupal		
Suelo en estado natural	pH			pH		
	Ácido	Neutro	Básico	Ácido	Neutro	Básico
Suelo + Residuos Orgánicos + Boñiga de Vaca	pH			pH		
	Ácido	Neutro	Básico	Ácido	Neutro	Básico
Suelo + Ceniza + Cal	pH			pH		
	Ácido	Neutro	Básico	Ácido	Neutro	Básico
Suelo + Cal + Urea	pH			pH		
	Ácido	Neutro	Básico	Ácido	Neutro	Básico

Cuarto momento. Profundizando un poco...

- a) Tome una muestra de suelo que haya resultado acida, agréguele un poco de cal previamente disuelta en agua y mezcle correctamente. Realice las respectivas mediciones con los indicadores ¿Qué ha observado?

- b) Repetir el procedimiento anterior, adicionando cal a la muestra de suelo hasta que el suelo se haya tomado básico. ¿Qué ha observado?

- c) Don José, un campesino oriundo de la región desea cultivar plátano. Para ello, contrata a un experto para que realice los estudios respectivos de textura, coloración, permeabilidad y pH de los suelos donde va a cultivar. A los pocos días, el experto le hace entrega de los resultados de las muestras tomadas y allí se especifica que el suelo cumple con las demás propiedades excepto con el pH, debido a que el suelo en donde el señor José piensa cultivar tiene un pH 10, y el plátano requiere un pH óptimo de 4.5. ¿Usted que le aconsejaría al señor José, con la finalidad de corregir el pH del suelo y poder llevar a cabo su idea de cultivar plátano?

Quinto momento: Involucrando a mi comunidad

Instrucción: Entrevistar a dos agricultores de su vereda, y realice los siguientes interrogantes:

¿Por qué un suelo muy ácido afecta a los cultivos?
¿Qué técnicas distintas al encalado emplea para corregir la acidez en los suelos?

Agricultor 1:

Agricultor 2:

Ciencia, tecnología y sociedad

Leer atentamente el siguiente texto:

La importancia del compostaje

El compostaje facilita la descomposición controlada de algunos residuos orgánicos como cascara de frutas, verduras, pastos y hojas. El resultado de lo anterior es un nutritivo abono que enriquece las propiedades del suelo, haciéndolo más apto para los cultivos. Este abono representa la mejor manera de aprovechar los residuos que producimos, evitando contaminar el medio ambiente.

Se puede compostar aserrín, hojas, pasto cortado, cítricos, estiércol de animales herbívoros, frutas, verduras y hojas. Por otra parte, no debemos utilizar carne, hueso, pescado, comida cocinada, granos, excremento de animales carnívoros como perros o gatos, ni tampoco aceites, grasas, materiales inorgánicos (vidrios y latas) y productos derivados de la leche. La técnica del compostaje tarda entre 3 y 12 meses en mejorar las condiciones del suelo.

Adaptado de: Ciencias naturales y educación ambiental 7. Guías de aprendizaje escuela nueva (página 135)

De acuerdo con el texto anterior, y las respuestas de los agricultores en la entrevista realizada, responder:

- 1. ¿Cree usted que el compostaje puede ser útil para corregir la acidez en los suelos?***

- 2. ¿Conoce usted técnicas distintas al encalado y a las mencionadas por los agricultores para corregir la acidez en los suelos?***

- 3. ¿Cómo identifica usted el grado de acidez o basicidad en un suelo?***

- 4. ¿Qué influencia tiene el pH del suelo en su fertilidad?***

Lectura 2. ¿Por qué debemos medir el pH en el suelo?

La importancia del pH del suelo es decisiva para el crecimiento de las plantas, sin embargo, el efecto de la acidez o alcalinidad del suelo no afecta directamente la producción, sino que tiene un efecto indirecto, con excepción de casos extremos de acidez o alcalinidad.

Los valores de pH para los suelos agrícolas van desde 3,5 a 10 o algo más. En zonas áridas, los valores de pH fluctúan entre 7,0 y 9,0 y en áreas húmedas desde menos de 5 a 6,5 aproximadamente. En la tabla 1, se puede observar los rangos de pH del suelo para diferentes especies de cultivos.

Rango de pH del suelo para diferentes especies de cultivos

Especie	Rango de pH óptimo
Maíz	5.5 – 7.0
Frijol	6.5 – 7.5
Café	5.0 – 5.5
Cítricos	6.0 – 7.5
Cebolla	6.0 – 7.0
Zanahoria	5.5 – 7.0
Repollo	5.5 – 7.0
Lechuga	6.0 – 7.0
Arveja	6.0 – 7.0
Arroz	5.5 – 6.5

Tabla 1. Rango de pH del suelo para diferentes especies de cultivos

Adaptado de: Sierra, C. (1982). La acidez y la alcalinidad de los suelos.

Con la necesidad de reducir el uso de productos químicos artificiales en los cultivos ha obligado a buscar diferentes alternativas. La agricultura ecológica fomenta el uso de diversos abonos orgánicos en cultivos intensivos.

Esos abonos permiten que el suelo aumente su capacidad para absorber los distintos elementos nutritivos y su influencia con el pH como se puede observar en la tabla 2, un aspecto de suma importancia a considerar al momento de cultivar porque un pH adecuado favorece la disponibilidad de nutrientes para las plantas, controla la actividad de los microorganismos, determina la solubilidad de los nutrientes, y la mineralización de la materia orgánica (descomposición de la materia orgánica en materia inorgánica).

Clasificación de los suelos según su pH

Tipo de suelo	pH	Características
Fuertemente Ácido	4.5 – 5.0	Poco calcio y magnesio; el aluminio aumenta su concentración, por lo cual se vuelve tóxico, lo mismo ocurre con el hierro.

Muy Ácido	5.1 – 6.0	El fósforo se vuelve insoluble y no es aprovechado por las plantas, al igual que el molibdeno.
Ácido	6.0 – 6.5	Las plantas se desarrollan normalmente.
Neutro	6.6 – 7.3	Las plantas tienen un normal desarrollo.
Básico	7.4 – 8.0	Se presentan concentraciones normales de calcio, magnesio y molibdeno para la utilización de las plantas. El aluminio y el hierro no son tóxicos.
Moderadamente Básico	8.0 – 8.5	Las plantas presentan dificultad para asimilar algunos minerales como el magnesio y el fósforo, entre otros.
Fuertemente Básico	8.6 - 10	Las plantas no logran absorber todos los minerales que requieren.

Tabla 2. Clasificación de los suelos según su pH (fuente: Casasbuenas, C. Figueroa, E. (2008). *Ciencias Naturales y Educación Ambiental 8°*

Referencias Bibliográficas:

Adurraman, W., Aldana, L., Sánchez, P. (2016). *Ciencias Naturales y Educación Ambiental 7*. Bogotá. Colombia. Fundación escuela nueva volvamos a la gente.

Casasbuenas, C. Figueroa, E. (2008). *Ciencias Naturales y Educación Ambiental 8*. Modelo pedagógico Telesecundaria. Bogotá. Colombia. Ministerio de Educación Nacional. ISBN: 958-691-136-5

Sierra, C. (1982). *La acidez y la alcalinidad de los suelos*. Instituto de investigaciones agropecuarias (INIA). Chile

Actividad 3. Experimentando en familia

Materiales: Papel tornasol rojo, papel tornasol azul, indicador universal

Instrucción: Bajo la orientación del estudiante y teniendo claro cómo se identifica una sustancia ácida, básica o neutra utilizando indicadores de pH, ensaye ahora tomando 4 muestras de suelo de diferentes sectores recolectadas en su finca, involucrando en el trabajo a los demás miembros de la familia. (En el momento de su entrega, deberá entregar registros fotográficos donde evidencie la realización de la actividad).

Momento 1. Experimentación

Muestras	Antes de la experimentación			Después de la experimentación		
Muestra 1 Lugar de recolección:	pH			pH		
	Ácido	Neutro	Básico	Ácido	Neutro	Básico
Muestra 2 Lugar de recolección:	pH			pH		
	Ácido	Neutro	Básico	Ácido	Neutro	Básico
Muestra 3 Lugar de recolección:	pH			pH		
	Ácido	Neutro	Básico	Ácido	Neutro	Básico
Muestra 4 Lugar de recolección:	pH			pH		
	Ácido	Neutro	Básico	Ácido	Neutro	Básico

Momento 2. Teniendo en cuenta los resultados obtenidos con cada uno de los indicadores, completar la siguiente tabla marcando una X:

Muestra suelo	INDICADORES					
	Tornasol Rojo		Tornasol Azul		Indicador Universal	
	Ácida	Básica	Ácida	Básica	Ácida	Básica
1						
2						
3						
4						

Momento 3. Respondemos en familia

a) ¿Qué cultivos conoce usted resistentes a condiciones de acidez en un suelo?

b) ¿Cómo calcula usted que tan ácido o básico es el suelo de su finca?

c) ¿Qué acciones o medidas aplica usted para preparar el suelo antes de la siembra?

d) ¿Emplea usted estrategias distintas a utilizar cal para corregir la acidez en el suelo? Mencione cada una de ellas

e) El pH es una propiedad química determinante en la fijación de nutrientes en el suelo. un uso excesivo de fertilizantes comerciales puede alterar esta propiedad en los suelos, limitando la absorción de elementos químicos esenciales que favorecen el desarrollo de la planta. ¿Usted como agricultor, como regula la utilización de fertilizantes sin alterar la acidez en un suelo?

Reflexión metacognitiva del aprendizaje

A partir del desarrollo de las actividades pactadas en esta guía, responda las siguientes preguntas:

1. *¿Tiene aplicación en mi vida cotidiana lo aprendido en cada una de las actividades desarrolladas?*

2. *¿Qué fortalezas conceptuales encontré durante el desarrollo de las actividades?*

3. *¿Qué dificultades conceptuales encontré durante el desarrollo de las actividades?*

4. *¿Qué estrategias puedo llevar a cabo para superar mis dificultades?*

5. *¿Desarrollé las actividades con éxito en el tiempo asignado? ¿Participe activamente durante su desarrollo?*

6. *¿Qué términos o conceptos no logré comprender con claridad? ¿Cómo lograría su comprensión?*
